



FACULTAT DE CIÈNCIES

Secció de Ciències Ambientals

“Anàlisi de la viabilitat dels cultius energètics a Catalunya”



Memòria del Projecte Fi de Carrera de Ciències Ambientals

presentada per:
na Àngels Altarriba i Ardid

i dirigida per:
en Josep Puig i Boix

Bellaterra, a 29 d'Agost de 2008.

Foto de portada extreta de IDAE, 2005.

Index

C0 INTRODUCCIÓ.....	5
C1 ELS BIOCOMBUSTIBLES	11
1.1 L'OLI VEGETAL PUR.....	13
1.2 EL BIODIÈSEL.....	21
1.3 EL BIOETANOL.	32
1.4. COMPARATIVA DE CARBURANTS	46
1.5. OBJECTIUS POLÍTICS RELATIUS ALS BIOCOMBUSTIBLES.	49
2. ELS CULTIUS ENERGÈTICS A CATALUNYA.....	53
2.1. Superfícies de conreu.	53
2.2. Cultius energètics.....	54
2.3. RESUM DE LES CARACTERÍSTIQUES DE LES PLANTES SELECCIONADES PER L'ESTUDI.....	75
C3 ESTUDI DE PRODUCCIONS AGRÍCOLES I ENERGÈTIQUES.....	81
Supòsits de l'estudi:	83
PUNT 1: Cobrir tota la demanda del transport de Catalunya.....	84
PUNT 2: cobrir el 18 % del gasoil i 5 % de la benzina (PEC-2015).	85
PUNT 3: cobrir el 10 % de tota la demanda (UE-2020).	86
PUNT 4: Cobrir el gasoil agrícola.	87
PUNT 5: Comparativa amb sistemes d'Energia Solar Fotovoltaica.	88
PUNT 6: Parc automobilístic amb producció sostenible local.	91
C4 ESTUDI DE VIABILITAT D'UN PROJECTE D'ESCALA LOCAL	94
4.1. Estudi econòmic.....	95
4.2 Estalvi d'emissions	98
4.3 Avantatges i inconvenients del projecte:	99
C5 ANÀLISI DELS RESULTATS I DISCUSSIÓ.....	101
5.1. Anàlisi dels objectius proposats	101
5.2. Conseqüències del mercat dels biocombustibles.	104
5.3. El millor biocombustible.....	110
5.4. Biocombustibles de segona generació.	114
5.5. Els biocombustibles a escala local	114
5.6. El model de mobilitat.....	115
C6 CONCLUSIONS.....	117
Bibliografia.....	120
Annexes	125

C0 INTRODUCCIÓ

Com la resta de les societats del planeta, Catalunya ha d'afrontar tot un seguit de reptes ambientals per tal d'assolir una relació més sostenible amb la Natura. Des de fa unes dècades, s'està treballant en el tema dels residus i el reciclatge, l'aprofitament i gestió de l'aigua, i millores en el model de mobilitat i en el sistema energètic. Tots aquests processos neixen de la necessitat de reduir el nostre impacte sobre els ecosistemes per tal de no fer disminuir de manera excessiva les fonts de recursos, la capacitat d'assimilació de residus, i de no malmetre els sistemes de manteniment de la vida a la Terra (Campana de Ridell, a JACOBS, 1997).

Tot això, dintre del context mundial, globalitzat. És a dir, per primera vegada a la Història humana, l'escenari d'actuació (l'extracció dels recursos, els impactes sobre les diferents societats, i els ecosistemes) és un escenari global i de moment no podem importar recursos d'altres planetes ni exportar els nostres residus. Per tant, ens trobem en una transició obligada des d'un model devorador del planeta fins a un sistema de vida sostenible.

Són moltes les veus que alarmen sobre el fet d'un més que probable exhauriment de les fonts energètiques des que es va presentar la teoria de Hubert sobre el peak oil i l'exhauriment del petroli, o l'informe Medows sobre l'exhauriment de materials, o la demostració del canvi climàtic com a efecte més notable del consum de recursos energètics fòssils.

Sense entrar a cap altre consideració, al ritme de consum actual, es preveu que les reserves de petroli durin fins d'aquí a entre 35 i 45 anys, entre 60 i 70 en el cas del gas natural i entre 200 i 230 per al carbó. Les reserves d'urani, d'altra banda, permeten utilitzar-lo com a màxim durant 60 anys, al ritme actual. (H. Scheer, 2004)

Però el fet és que mai s'exhaurirà completament un recurs energètic perquè s'acaba plantejant una situació on cal invertir més energia en el treball d'extracció que la que proporcionaria el mateix recurs extret. Inclús abans d'arribar a aquesta situació extrema, el problema radica en el fet que el preu del recurs sigui tant elevat que quedi fora de les economies de la immensa majoria dels ciutadans dels països rics i això comporti un desabastament no tant per manca de recurs sinó pel seu preu (www.crisienergètica.com).

Tot i això, abans d'exhaurir els recursos, les conseqüències de la seva utilització durant els darrers 250 anys fa que s'hagin alterat els sistemes de suport vital dintre dels quals es troben el control i la regulació del clima. Si al 1850 la concentració era de 250 ppm de CO₂, actualment les dades afirmen que la concentració ronda ja els 380 ppm, amb una projecció cada vegada més a l'alça (*Worldwatch Institute, 1997*).

Com ja s'ha plantejat en els estudis del Panell Internacional contra el Canvi Climàtic (IPCC), aquest increment de la concentració de gasos d'efecte hivernacle podria ocasionar un increment de la freqüència de successos meteorològics extrems, una modificació de la distribució de les espècies juntament amb una nou factor de selecció ecològica, el desgel dels casquets polars i canvis en la salinitat i en les corrents oceàniques que alterarien el clima de zones com ara les illes britàniques, entre d'altres. I pel que fa als impactes sobre les economies, s'estima que no fer res per frenar el canvi climàtic podria valorar-se en pèrdues equivalents als 20 % del PIB mundial (*Informe Stern, 2007*).

Tot plegat fa pensar que aquest procés de transició econòmica, social i ambiental és un procés del tot necessari i imprescindible per a la Humanitat. I quan més es trigui a produir-se, pitjors seran les conseqüències.

En el tema energètic sorgeixen tres elements clau que ens obren les portes d'un sistema més sostenible: l'estalvi d'energia, l'eficiència i les energies renovables.

Inclús es poden veure aquests tres elements des de la vessant econòmica i política, com a peces que fan del sistema energètic català o espanyol menys addicte a les importacions de recursos energètics, i per tant menys vulnerable als increments de preus, els interessos geopolítics, etc. Cal recordar que el nostre país importa casi el 95 % de l'energia que consumeix, sobretot en forma de petroli (Orient Mitjà) i gas natural (Argèlia). (*ICAEN, 2002*)

Tornant al tema de l'estalvi, l'eficiència i les energies renovables, és evident que fomenta un canvi en la fórmula IPAT¹ i una reducció en la nostra petjada ecològica. Tal i com afirma Erlich, els impactes són proporcionals a la població, el grau de riquesa i la tecnologia. En aquest sentit l'estalvi, l'eficiència, i les energies renovables fan disminuir els impactes causats per la tecnologia. Tot i que cal reconèixer que també es pot donar

¹ Els impactes ambientals són proporcionals al nombre de població, el seu nivell de riquesa i la tecnologia.
 $I = P \times A \times T$ (Erlich,...)

la paradoxa d'un increment de l'eficiència del sistema juntament amb un increment del consum global de la població, al incrementar-se el número de persones o els productes que es fan servir (Paradoxa de Jevons).

És clar que les energies renovables mai poden ser una solució per si soles, sempre que no vagin acompanyades amb l'eficiència en l'ús de l'energia i en un estalvi real, cosa que queda dintre de l'àmbit del comportament i la moral de cada persona (*Merkel, 2005*).

En aquest context és on les energies renovables han de fer la seva contribució a la sostenibilitat. (Tot pensant que la primera energia renovable és l'estalvi)

Les energies renovables es basen en l'aprofitament de fluxes d'energia que actuen a la natura: per exemple, el sol, la força del vent i del cicle de l'aigua, l'escalfor de l'escorça terrestre, el moviment de les mareas i l'energia continguda en els enllaços de les cadenes de carboni dels essers vius.

El major potencial de l'aprofitament d'aquestes fonts energètiques radica principalment en tres aspectes.

El primer aspecte és que el fet d'extraure energia no implica un decreixement de la font. Per exemple, el cas de l'energia hidràulica és molt clar, ja que no es consumeix aigua sinó la seva força. I en el cas de la llenya o el biogas, cal que el ritme d'extracció mai superi al ritme de producció del recurs per part de la natura.

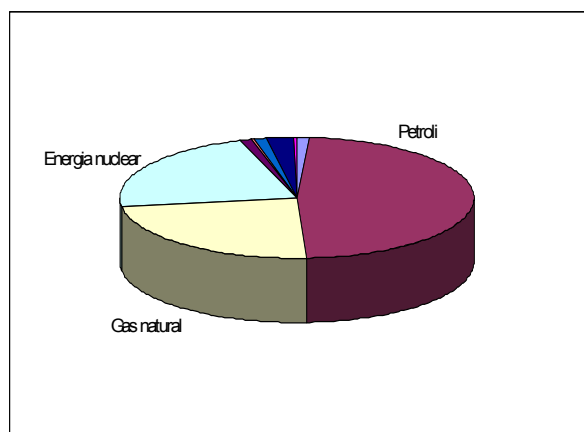
El segon ítem és que la seva utilització és descentralització i distribuïda pel territori, cosa que per un costat implica que allà on es necessita energia, segurament hi haurà una font d'energia renovable, malgrat que també impliqui que no serà tan concentrada com les energies fòssils convencionals o que sigui discontinua durant el dia o durant les diferents èpoques de l'any.

I el tercer aspecte remarcable és el fet del seu baix impacte a la natura. Però aquesta afirmació cal afegir-li el comentari que renovable no vol dir necessàriament sostenible i que cal actuar amb més sensibilitat amb els ecosistemes i les poblacions afectades que el que les empreses i l'administració estan acostumades a fer.

La importància de les energies renovables es basa en cobrir les nostres necessitats amb els recursos locals, sense malmetre la natura.

A Catalunya, les energies renovables representen aproximadament el 2,3 % del consum d'energia primària, mentre que el petroli suma casi la meitat i junt amb la nuclear i el gas natural prop del 93,7%. És a dir, que depenem casi en la totalitat de fonts fòssils d'energia.

Recurs energètic	ktep (2006)	%
Carbó	298,2	1,1%
Petroli	12.758,5	48,1%
Gas natural	6.149,7	23,2%
Energia nuclear	5.929,8	22,4%
Energia hidroelèctrica	302,9	1,1%
Energia eòlica	26,9	0,1%
Biomassa	288,5	1,1%
Energia solar	12,0	0,0%
Saldo intercanvis elèc.	690,0	2,6%
Residus no renovables	58,4	0,2%
Total	26.514,9	100,0%



Taula 1 i gràfic 1: Consums d'energia primària per tipus. Font: IDESCAT, 08

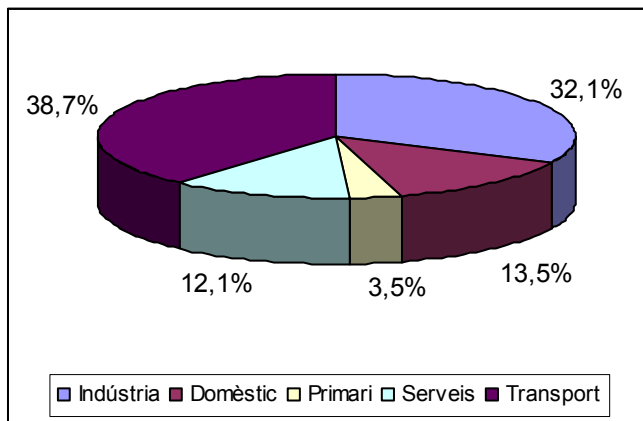
El Pla de l'Energia de Catalunya (PEC) no dona un paper important als propis recursos renovables i limita el suport a les noves tecnologies d'aprofitament energètic. És un primer pas molt poc ambiciós globalment, ja que presenta l'objectiu d'obtenir l'11% de l'energia primària de fonts renovables d'energia el 2015 (mentre que la UE té l'objectiu d'arribar al 12 %, l'any 2010) (PEC).

Tot i això sorprèn un elevat increment de l'aprofitament dels biocombustibles que passaran a ser la font d'energia renovable amb més pes. Cal pensar que aquests combustibles alternatius, permetran reduir la dependència del petroli en un dels sectors de més consum energètic com es pot veure en el següent gràfic, on el transport arriba a 6.143,5 ktep², que representa el 38,7 % del consum a l'any 2006.

² Ktep = kilo tonelada equivalent de petroli. Veure figura 13 de l'Annexe.

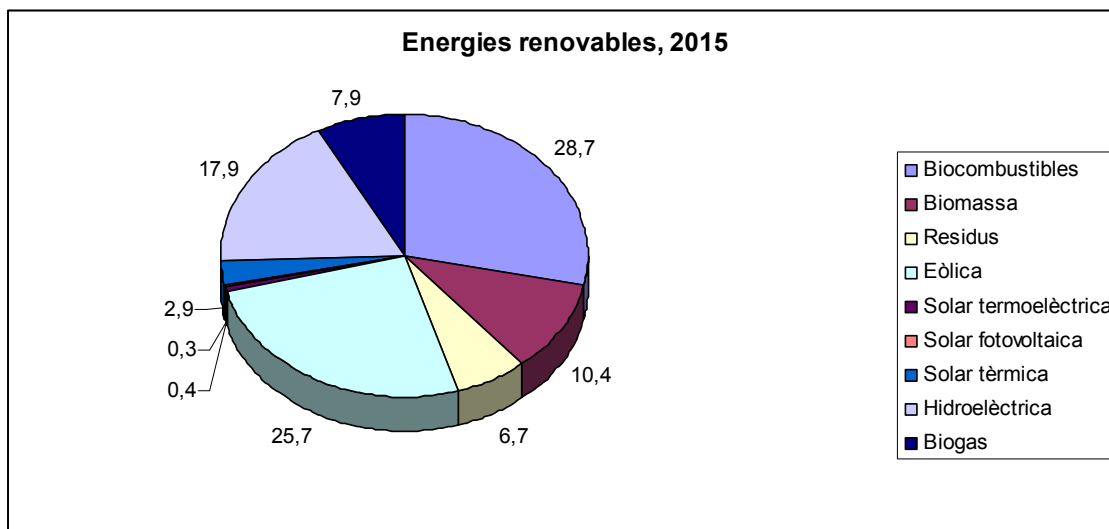
Consum energia final, 2006

Sectors	ktps	%
Indústria	5.101,7	32,1%
Domèstic	2.145,5	13,5%
Primari	559,1	3,5%
Serveis	1.924,0	12,1%
Transport	6.143,5	38,7%
Total	15.873,7	



Taula2 i gràfic 2: Consum energia final, Catalunya, 2006. Font: ICAEN, 2008.

El fet és que al 2005 els biocombustibles signifiquen un 6 % de l'aportació de les energies renovables (CADs,2007) i passaran a constituir el 28,7% al 2015 (PEC). Per dir-ho d'una altra manera, els biocombustibles suposaran un 3,1 % del consum d'energia primària, però caldrà fer un gran esforç per a potenciar-los. La qual cosa indica que encara hi ha molt camí per recórrer per les energies renovables, l'estalvi i l'eficiència.



gràfic 3. Participació percentual prevista de les diferents fonts d'energia renovables al 2015.

Font: Pla d'energia de Catalunya 2006-2015

El que centra el debat actualment és el tema de la potencialitat i rendibilitat de la producció de biocombustibles de primera generació. Aquests biocombustibles, també anomenats agrocombustibles, es produeixen a partir de cultius rics en sucres o en olis, i representen una oportunitat per a incrementar la renda de l'agricultor i l'economia local, reduir la dependència dels combustibles fòssils, i reduir en cert grau la contaminació dels vehicles.

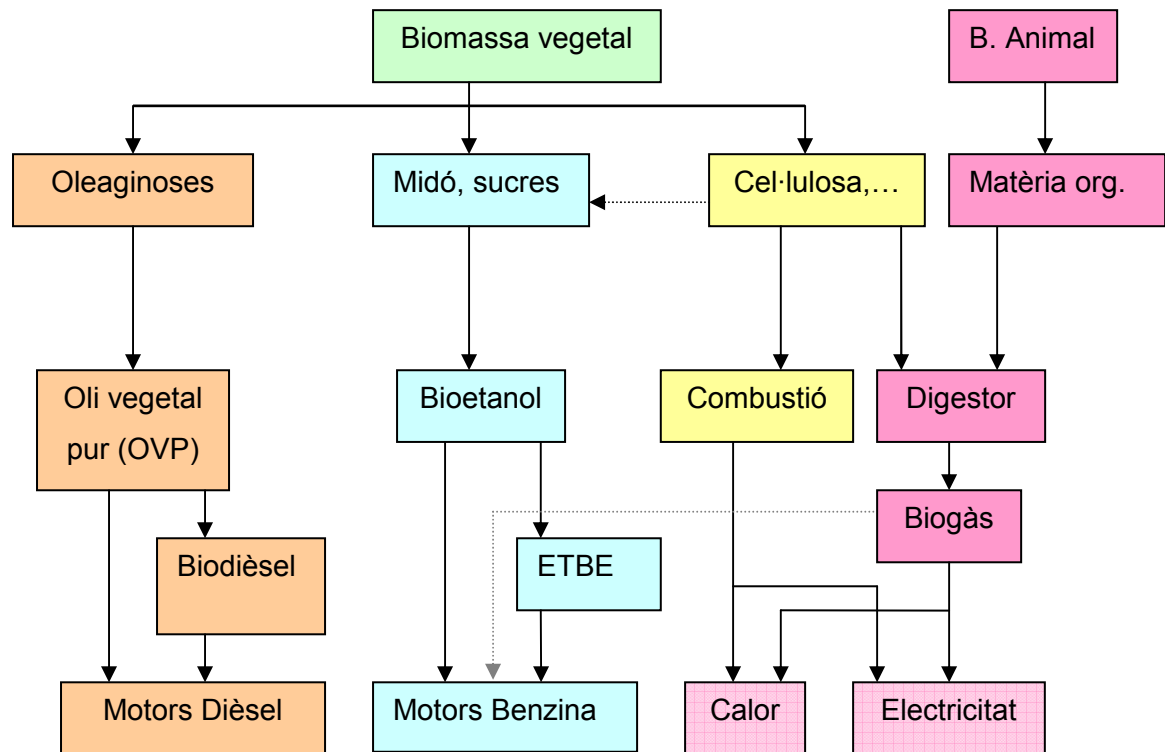
Però el “quid” de la qüestió és saber si es poden produir de forma significativa a la mateixa regió on es consumeixen o, en cas contrari, si s’ha d’importar d’altres regions del planeta i quins impactes, positius i negatius, poden produir tant ambientalment com en seguretat alimentària.

C1 ELS BIOCOMBUSTIBLES

Una de les fonts d'energia renovable més utilitzada a tot el món és l'energia continguda en els enllaços químics que constitueixen els éssers vius. Existeixen diferents processos per captar aquesta energia, en funció de les seves característiques. Per exemple, es pot classificar la biomassa pel seu estat i per l'origen:

- **Forma sòlida**: la biomassa forestal com ara llenya, restes de treballs de silvicultura i aclarides precomercials; i la biomassa agrícola, com ara cultius amb un alt contingut en cel·lulosa o lignocel·lulosa. Per exemple serien d'aquest grup la palla, les closques de fruits secs i cultius com el card. Normalment el seu aprofitament es basa en la combustió controlada en calderes per generar aigua calenta o calefacció o a centrals de producció elèctrica.
- **Forma líquida**: combustibles d'origen vegetal o animal com ara llard, olis, i alcohols. Aquests combustibles podrien substituir de forma directa el gasoil i la benzina i es farien servir per als diferents usos: calefacció, aigua calenta, transport i producció elèctrica, entre d'altres.
- **Forma gasosa**: en aquest apartat s'inclou el gas resultant del metabolisme anaeròbic de la matèria orgànica com ara fems, restes d'animals, restes de collites, etc. El gas resultant és ric en metà, monòxid de carboni i hidrogen. Es podria aplicar directament en un cremador per cuinar o, una vegada depurat es podria fer servir per alimentar una caldera de calefacció, aigua calenta, un generador elèctric, o un vehicle. La resta de la digestió anaeròbica es fa servir com a abonament orgànic i es tanca el cicle.

Per facilitar l'estudi, s'ha optat per definir quatre diferents línies d'aprofitament de la biomassa: els cultius de plantes oleaginoses, els cultius de plantes riques en sucres, la matèria rica en cel·lulosa, i la matèria orgànica d'origen animal. Com es pot veure en el següent diagrama, a partir de les oleaginoses s'obté l'Oli Vegetal Pur, que es pot fer servir directament com a combustible o es pot transformar en biodiesel. A partir de les plantes amb sucres es pot elaborar etanol que també es pot fer servir directament o es pot transformar en ETBE, que és un additiu de la benzina. Per acabar resta la matèria orgànica sòlida que es pot cremar per obtenir energia i la producció de biogas.



Gràfic 4: Esquema dels principals aprofitaments de la biomassa.

Existeixen d'altres rutes com s'apunta en el mateix esquema, on a partir de la cel·lulosa i la hemicel·lulosa es pot descompondre en elements més simples i elaborar llavors etanol. Però aquestes tècniques encara es troben en estat d'investigació i requereixen més input energètic per a la producció del combustible final utilitzable.

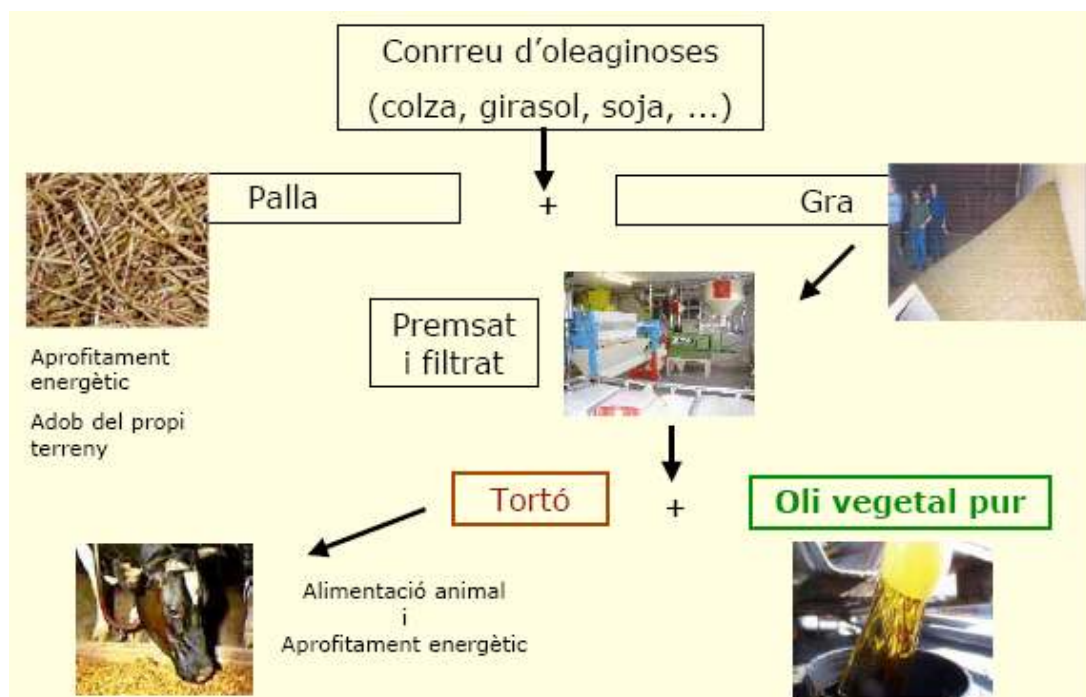
En aquest estudi, només es tindran en consideració els biocombustibles substitutius del gasoil i de la benzina: Oli vegetal Pur (OVP) i Biodiesel, en el primer cas i l'Etanol i ETBE, en el segon.

1.1 L'OLI VEGETAL PUR.

La utilització d'Oli Vegetal Pur, significa utilitzar directament l'oli obtingut un cop s'hagin premsat les llavors. Aquest oli (OVP) és aprofitable directament pels motors dièsel³, tot i que cal fer algunes adaptacions per compensar la major viscositat d'aquest en front el dièsel.

El rendiment energètic d'aquest procés és superior al del dièsel, ja que per cada unitat energètica invertida s'obtenen 5,48 unitats en el cas del gira-sol i 4,68 en el cas de la colza. (Garcia, Garcia, 2006; Guiu, 2006)

1.1.1. Esquema del procés de producció de l'Oli Vegetal Pur:



Gràfic 5. Font: Guiu, 2006.

En aquest esquema es pot apreciar els diferents beneficis dels cultius oleaginosos, on es pot aprofitar la palla com adob o per obtenir energia; el gra, per la producció d'oli que després servirà directament als motors; i el tortó o residu de la premsada, que servirà

³ El motor patentat per Rudolf Diesel al 1.892 va ser concebut per anar amb oli pur de palma o de coco. Font: www.wikipedia.org

d'alimentació al bestiar. Tots aquests elements tenen valor econòmic i són recursos locals. Es tanca el cicle de l'agricultura.

L'OVP com a combustible és força senzill d'aconseguir, però necessita la modificació dels motors que alimenti, degut a que la seva viscositat és més alta que la del gasoil. Per exemple, es canvia el filtre del combustible i s'adapta la bomba injectora a la viscositat de l'oli, i s'instal·la un intercanviador de calor amb el circuit de refrigeració del motor. En molts casos s'ha de substituir la bomba d'alimentació de combustible. I per assegurar un bon funcionament del motor, és molt important portar a terme un control de la lubricació del motor.

A la següent fotografia es poden veure les modificacions que cal realitzar al vehicle per tal de poder funcionar amb OVP.



Fotografia 1: Modificacions del motor. Font: Guiu, 2006.

1.1.2. Característiques de l'OVP.

Les característiques principals dels OVP són les següents, en comparació amb el gasoil.

Característiques	Gasoil	Oli de gira-sol	Oli de colza
Densitat (15°C) [Kg/l]	0,84	0,92	0,90
T ignició (Flash point) [°C]	63	215	200
Viscositat cinemàtica (37,8°C) [mm ² /s]	3,2	35	39
Número de cetà	45-50	33	35-40
Calor brut de combustió [MJ/Kg]	44	39,5	-
Punt de terbolesa [°C]	0 +/- 3	-6,6	-
Sofre (% pes)	0,3	<0,01	<0,01
Residu carbó (% pes)	0,2	0,42	-

Taula 3. Font: Garcia, Garcia, 2006 i també Guiu, 2006.

Com es pot observar, els paràmetres que més es desvien del comportament del gasoil són la temperatura d'ignició i la viscositat. En quant al primer punt, la temperatura, es coneix que dintre del pistó s'obtenen temperatures de l'ordre de 700 °C, amb la qual cosa és més que suficient per a la combustió de l'oli.

En quant a la viscositat, cal tenir present que certes bombes comercials no tenen un bon comportament amb viscositats elevades. Aquest és el motiu pel qual l'oli ha de ser escalfat prèviament, ja que la viscositat és inversament proporcional a la temperatura, o canviar el model de bomba si s'escau.

Aquests sistemes ja s'utilitzaven en el cas de motors que cremen fuel-oil i en motors Elsbett (ja fabricats per consumir OVP).

Les característiques de qualitat que ha de complir l'OVP com a combustible, igual que en el cas del biodiesel, van regides per la norma DIN 51605 (cas alemany), que estableix

límits de cada paràmetre. D'aquests els que més dificultat de compliment presenten són els d'índex de iode, contaminació total, acidesa i contingut en fòsfor. Per aquest motiu és de vital importància realitzar un premsat de qualitat en fred⁴.

El problema resideix en les característiques de funcionament de la maquinària de premsat. Les premses que produeixen oli com a combustible, tenen uns requeriments superiors que les d'oli per al consum humà. Han de *premsar en fred*, ja que en cas contrari els fosfolípids de la cutícula de la colza produeixen més fòsfor, magnesi i calci, incrementant els residus als injectors dels motors. (Garcia i Garcia, 2006).

D'altra banda, amb la producció d'OVP es poden establir sinèrgies amb la venta del tortell (les restes sòlides de la premsada) per a l'alimentació animal, impulsar productes complementaris com la mel (per exemple, amb la colza), ... Sempre tenint en compte que el cultiu estigui el màxim d'adaptat al clima i al sòl de la zona i que el cost energètic en la seva producció sigui inferior al valor energètic obtingut en el combustible final. Actualment la relació és de u a tres o de u a dos, en funció de la distància entre el lloc de producció i el lloc de consum, però podria ser una millor relació en el cas de l'autoproducció a nivell de cooperatives locals.

En el cultiu particular de la colza, cal veure els seus beneficis com a cultiu de millora en terres de retirada o en guaret, o com a un cultiu més dintre de la rotació normal de cereals. Es pot incrementar la producció de l'any següent en un 10-15 %. (Guiu, 2006).

1.1.3. Utilització de l'OVP com a combustible.

En quant a l'adaptació de motors, existeixen dues possibilitats d'utilització:

- ❖ Monocarburació: una resistència elèctrica escalfa el combustible abans d'entrar al motor, al moment de l'arrencada. Aquest sistema és l'adequat per als vehicles d'antiga generació, d'injecció indirecte.
- ❖ Bicarburació: disposar d'un dipòsit d'oli i un de gasoil per als moments de l'arrencada i l'aturada. És fa servir per als vehicles de nova generació, d'injecció directe i prové dels sistemes de funcionament dels grans motors marins.

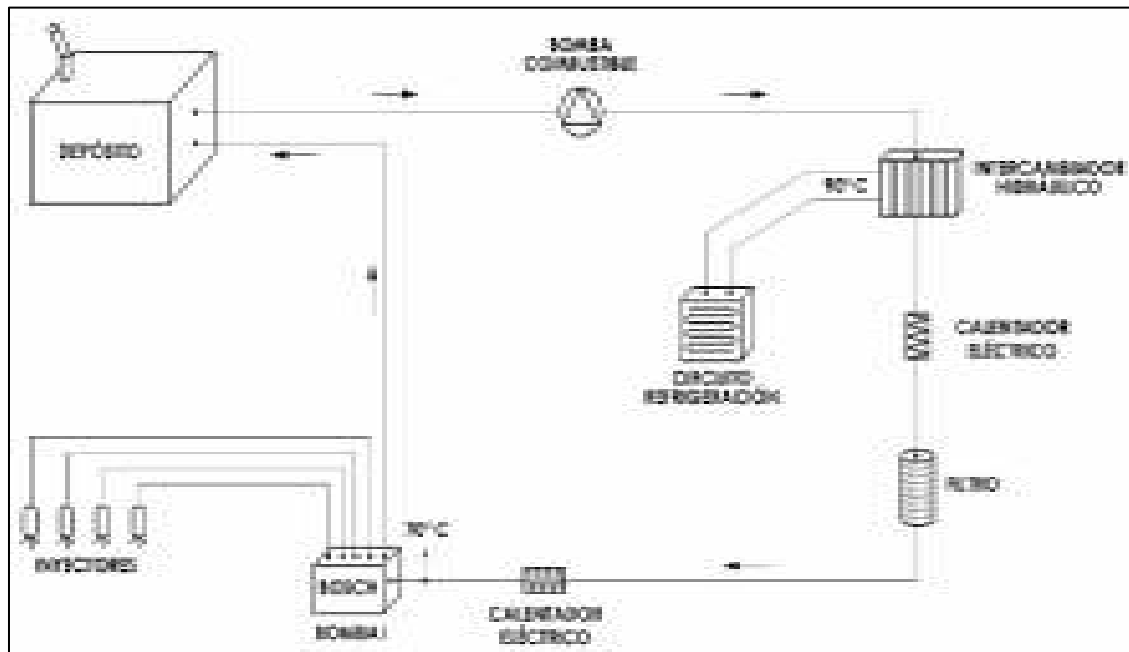
⁴ Veure les característiques dels gasoils (biodiesel) a la figura 17 de l'annexe.

Sistema de monocarburació:

En el sistema de monocarburació, només es disposa d'un sol dipòsit amb l'OVP. Aquest oli s'escalfa amb una resistència elèctrica i es filtra abans d'entrar a la bomba injectora. D'aquesta manera es redueix la viscositat. Aquesta resistència es posa en marxa automàticament o per l'acció de l'usuari abans d'engegar el vehicle.

Un cop el vehicle es troba en marxa, l'OVP passa per un bescanviador on és escalfat pel sistema de refrigeració del motor.

Un cop el motor parat, tot es queda ple amb l'OVP.



Gràfic 6. Esquema de Monocarburació. Font: Guiu, 2006.

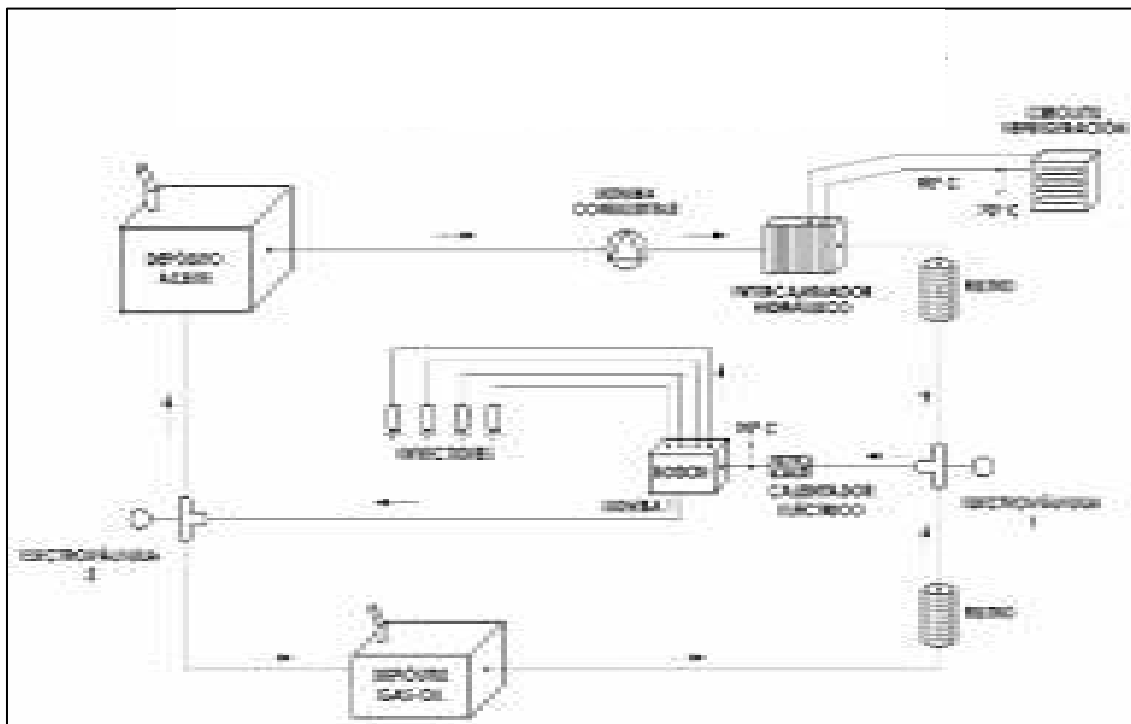
Sistema de bicarburació:

En el sistema de bicarburació, a diferència del de monocarburació, existeixen dos dipòsits: un pel OVP i un altre pel dièsel convencional.

Quan el vehicle es posa en marxa, s'alimenta amb dièsel convencional i quan el motor a arribat a una certa temperatura es canvia el subministrament de dièsel per l'oli. Això es pot fer de forma automàtica, amb una electrovàlvula i un termòstat, o bé de forma manual. El sistema de refrigeració del motor es l'encarregat d'anar escalfant l'OVP.

Abans de parar el vehicle, l'usuari ha de tornar a canviar de combustible per a que els injectors i la bomba injectora es quedin només amb dièsel, per facilitar la següent arrencada.

En aquests sistemes, el dipòsit de gasoil ha de ser molt més petit que el dipòsit d'OVP, ja que només es fa servir per a les arrencades i aturades del motor.



Gràfic 6. Esquema de bicarburació. Font: Guiu, 2006.



Fotografies 2-4: Tractor adaptat per funcionar amb OVP. Font: Gaiadea, 2007.

1.1.4. Experiències en l'ús de l'OVP.

L'ús d'aquesta tecnologia està arrelat a països com ara Alemanya, on prop del 18,8% dels biocombustibles consumits són OVP a partir de la colza, en la major part. Això suma un total de 628.492 tep, quasi 10 vegades el nostre consum de biodièsel, l'any 2006.

En aquest país, hi ha una tradició de la producció local de l'oli a petita escala, que els permet obtenir un producte de més valor afegit i quedar-se el tortó residual que va destinat a l'alimentació animal. Existeixen aproximadament entre 800 i 1.000 unitats de premsatge repartides per tot el país, cadascuna amb una àrea d'influència entre 10 i 20 km de radi, de promig (*Guiu, 2006*).

D'aquesta manera s'entén la facilitat per aprofitar aquest biocombustible de forma directe. A més, la producció de l'OVP és més barata que la de biodièsel, ja que no requereix cap reacció química per disminuir la seva viscositat.

En aquest país les experiències amb biodièsel no han estat tant positives, ja que només existeix el B100 (biodièsel pur) i moltes vegades es produeix amb una barreja de diferents olis. L'oli de colza és de major qualitat, però en funció del preu es barreja amb olis de palma, soja, etc. I s'incrementen el percentatge d'incrementats, els embussaments dels filtres, entre d'altres problemes.

Existeixen casos emblemàtics d'utilització de l'OVP com ara el servei de recollida de deixalles de la ciutat de Herne i part de la flota de vehicles de terra de l'aeroport de Munic. En aquest últim cas, l'aprofitament dels productes locals va ser una compensació per la construcció de l'aeroport i així millorar l'acceptació de la població local. (*Guiu, 2006*)

A Catalunya hi ha algunes temptatives d'aprofitament de l'OVP, segons el model Alemany, de producció local, com el cas del projecte de l'empresa INNER a Lleida, però la iniciativa ha quedat aturada per manca de recolzament institucional i finançament.

En aquest projecte, es va calcular que el preu de l'oli de colza era de l'ordre de 0,80 – 0,85 € /litre, destinat al consum dels propis vehicles del sector. Com que el preu del gasoil agrícola està subvencionat i té un cost entre 0,76 i 0,88 €/litre, és qüestionable la seva rendibilitat. Però tota la flota de vehicles de transport de productes agraris si que fan

servir el gasoil A amb un cost de 1,3 €/litre, si que pot estar interessada en l'adaptació a l'OVP.

En el capítol 4 es mostra un estudi de viabilitat d'un projecte d'aquestes característiques.

Aquesta empresa, INNER, també va participar en l'adaptació de part de la flota de la recollida d'escombraries de Barcelona.

D'altres experiències que existeixen són sobretot adaptacions de vehicles particulars, com ara el cas de l'Escola Agrària de Manresa que té un tractor adaptat per a la bicombustió o l'Escola Universitària d'Igualada, que disposa d'un vehicle de proves anomenat "Amboli", també demostratiu del sistema de bicombustió.



Fotografia 5: vehicle Amboli, Escola Universitària d'Igualada. Font: Rius, 2007.

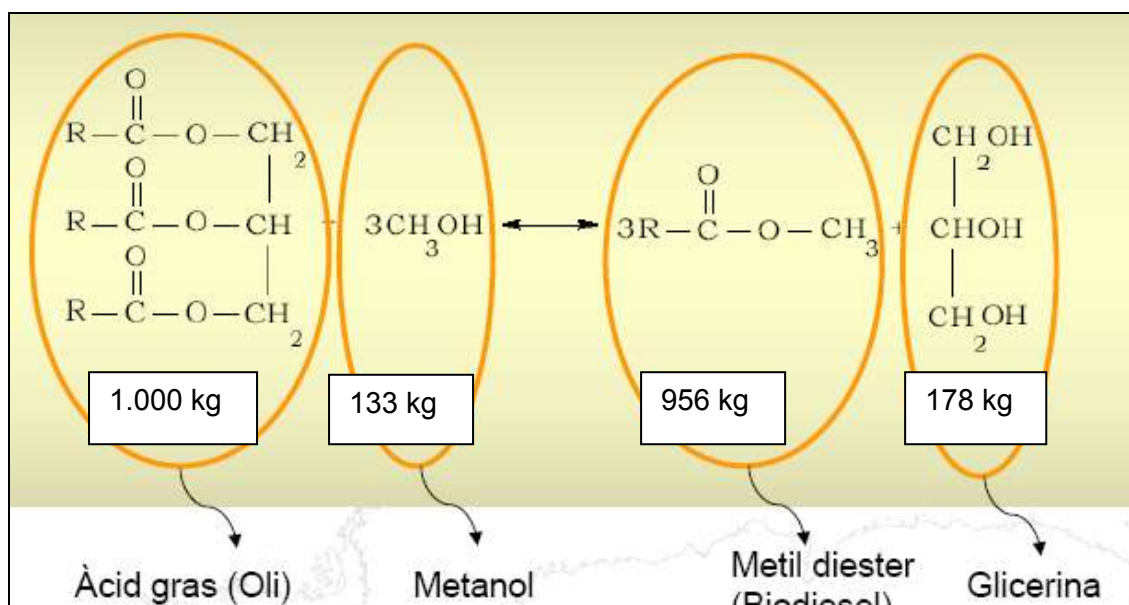
1.2 EL BIODIÈSEL.

S'entén biodièsel com l'ester metílic produït a partir d'un oli vegetal o animal de qualitat similar al gas-oil per al seu ús com a biocarburant. En general, aquests esters són obtinguts mitjançant un procés químic anomenat transterificació metílica d'olis i/o greixos d'origen animal i/o vegetal.

La producció de biodièsel es basa en una reacció química a partir d'olis, per tal d'obtenir un producte amb una viscositat més propera a la del gasoil.

Els esters metílics d'olis o greixos es poden obtenir mitjançant transterificació catalítica en la qual es fa reaccionar l'oli o greix amb un alcohol de baix pes molecular (normalment metanol CH_3OH) amb presència d'un catalitzador (hidròxid de sodi o potassi): a temperatura entorn els 60°C , i pressió adequada per a la reacció. S'obté Biodièsel amb un rendiment entorn el 98% i el subproducte principal és la glicerina.

El balanç aproximat en la producció de biodièsel seria el següent: 133 Kg de metanol, 9,6 Kg de catalitzador i 1000 kg d'oli, produirien 965 Kg de biodièsel i 178 kg de glicerina.



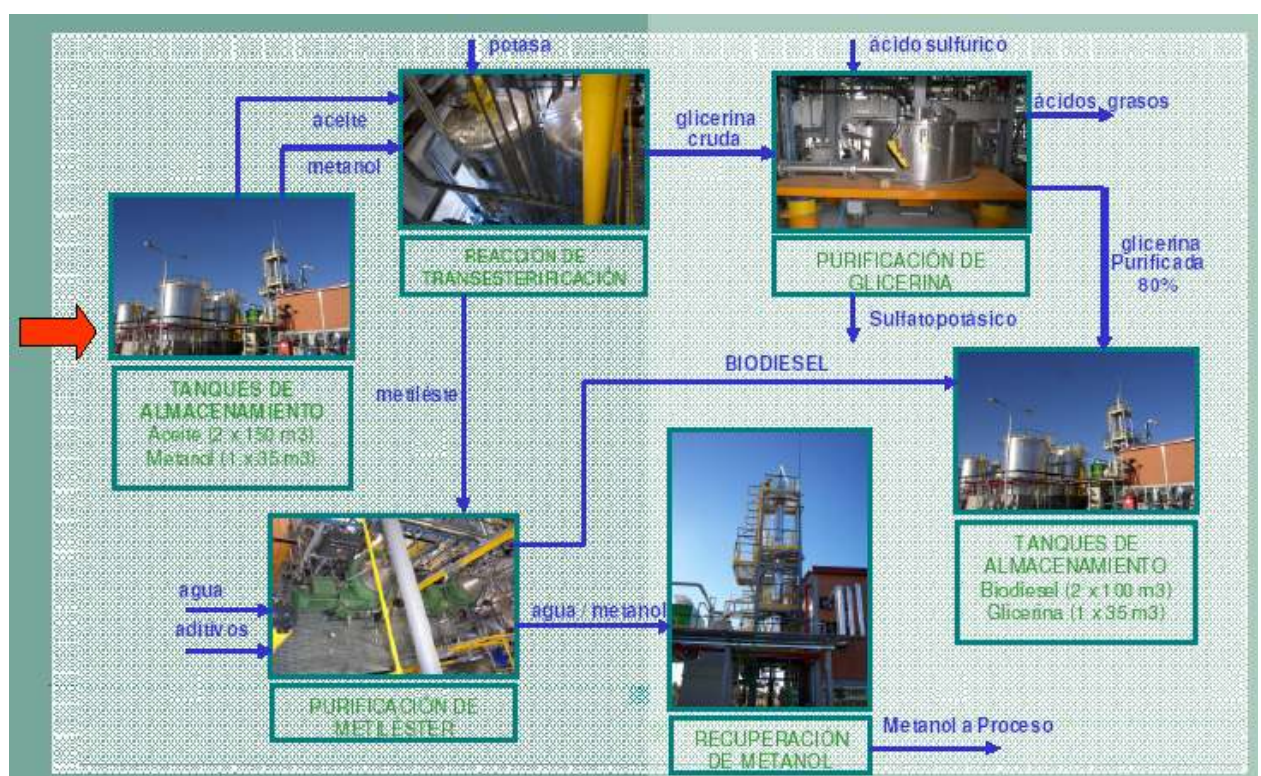
Gràfic 7. Reacció de transterificació. Font: Gaiadea, 2007, extret d'IDAE, 2007.

Aquest procés té una taxa de retorn energètic de l'ordre de 3,16 unitats obtingudes per cada unitat energètica invertida, en el cas del biodièsel de gira-sol, i 2,99 en el cas del biodièsel de colza, per exemple. (Font: *Guiu, 2007, extret d' ADEME-DIREM*).

1.2.1. Esquema del procés de producció del Biodièsel:

El procés per a l'obtenció del biodièsel és més complex que el del OVP, ja que cal mantenir la temperatura de la reacció i depurar tots els reactius i extreure els productes perjudicials (aigua, sabó, etc).

Per les característiques del procés, el més habitual és la producció de biodiesel a plantes industrials de cert tamany. Aquest fet fa possible un producte de qualitat i abarateix els costos amb economia d'escala.



Gràfic 8. Procés de producció de biodièsel.

Font: IDAE, Manuales de Energia Renovable, 2007.

1.2.2. Utilització del biodièsel com a combustible.

El biodièsel es pot comercialitzar pur o bé en barreges amb el gasoil, en diferents concentracions:

Gasoil	< 5 % de biodièsel, no cal notificar-ho.
B10	Biodièsel 10 % gasoil 90 %
B20	Biodièsel 20 % gasoil 80 %
B30	Biodièsel 30 % gasoil 70 %
B99 – B100	Biodièsel 100%

Taula 4. Nomenglatura i concentracions.

En quant al seu ús com a combustible de vehicles, des de la meitat dels anys noranta ja es fabriquen cotxes adaptats. Els principals canvis han estat les juntes de goma, que es poden degradar amb l'oli. Tot i això, existeixen fabricants alemanys i francesos que es mostren reticents al consum de biodiesel. Però els combustibles han de complir la normativa i acceptar l'any vinent que els seus vehicles puguin anar fins amb B30⁵.

1.2.3. Avantatges i desavantatges del biodièsel.

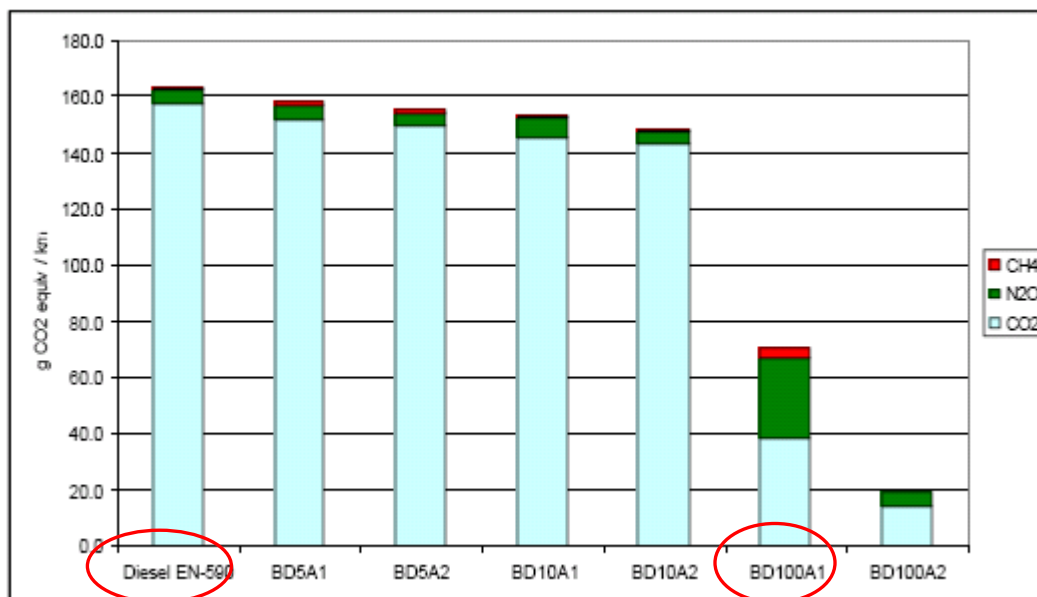
El principal avantatge del biodièsel és una menor contaminació tot i que presenta un contingut energètic inferior (aproximadament un 8 % inferior) en comparació amb el del gasoil⁶.

En quant a la contaminació, és clar que es redueixen les emissions en termes globals, però n'hi ha que s'incrementen. Per exemple, si es compara un B100 amb un diesel convencional, s'incrementa un 10 % les emissions de òxids de nitrogen (NOx) , però es

⁵ Comunicat de PSA Peugeot Citröen del 8 de juny de 2008 a favor de la utilització dels biocombustibles.

⁶ 40 MJ/kg de poder calorífic pel biodiesel i 44 MJ/Kg de gasoil (veure Figura 15 de l'annexe).

redueix un 37 % les emissions de partícules i un 76 % les de compostos orgànics volàtils. (Ecologia Política, 2008 i CIEMAT, 2005) Aquesta diferència queda palesa en els següent gràfic:



Gràfic 9. Emissions contaminants. Font: CIEMAT 2005.

En quant a la producció de diòxid de carboni, es pot observar que les emissions de gasos d'efecte hivernacle disminueixen quan s'incrementa la quantitat de biodièsel. Cal veure que les emissions són equivalents a la quantitat de carboni atmosfèric que ha assimilat la planta en créixer i per tant el balanç en emissions de CO2 es considera neutre. Això sí, les emissions depenen de les condicions d'utilització del motor. Tanmateix, si es realitza un Anàlisi del Cicle de Vida de tot el procés, les avantatges relatives de la producció de biodièsel depenen fonamentalment del transport. Com és lògic, un biodièsel produït amb oli de soja d'argentina, tindrà una motxilla ecològica (una acumulació d'impactes ambientals durant el procés) que redueix la relació energia renovable obtinguda / energia no renovable invertida, fins al punt que podria ser inferior a la unitat...

1.2.4. Plantes de producció de biodièsel.

A Catalunya i les províncies limítrofes existeixen actualment unes 10 plantes que produeixen biodièsel, amb un alt percentatge d'olis reciclats, sobretot les catalanes, degut al seu cost baix. Fins i tot hi ha alguna planta on el principal accionista és una empresa de reciclatge d'oli (per exemple Stocks del Vallès). Per tant, el primer recurs que es fa servir és l'oli reciclat i posteriorment entren en joc els olis provinents de cultius energètics, a un cost més elevat.

Les plantes que podrien ser objecte de demanda d'olis a Catalunya per a la producció de biodièsel són les següents:

Planta	Producció tn biodièsel / any	Estatus
Stocks del Vallés BDP Mollet del Vallés. (Barcelona)	31.000	Operativa
Bionet Europa Reus (Tarragona)	50.000	Operativa
Transport Ceferino Martínez Vilafant (Girona)	5.000 (autoconsum)	Operativa
Combunet Monzón (Huesca)	50.000	Operativa
Biodiesel de Aragón Altorrincón (Huesca)	50.000	Construcció
Onticar Biocarburantes Otiñena (Huesca)	27.000	Construcció
Biocarburantes Tarragona Constantí (Tarragona)	40.000	Projecte
Bioseda Tarragona Tarragona	40.000	Projecte
Bioteruel Albalate del Arzobispo (Teruel)	5.000	Projecte
Green Fuel Aragón Andorra (Teruel)	110.000	Projecte

Taula 5. Plantes de Biodiesel a l'àrea d'influència de Catalunya

Font: http://www.biodieselspain.com/plantas_listado.php (Abril 2008))

En total, aquestes plantes de la zona d'influència dels cultius de Catalunya, produirien aproximadament 400.000 tn de biodièsel a l'any. Només es produeixen actualment 86.000 tn/any de biodièsel. I en el global de l'estat, actualment es produeixen 920.000 tn/any, però si s'afegeixen les que estan en construcció i les que estan en projecte, a nivell espanyol sumarien un total de 6.570.000 tn/any. Per tant, no hi hauria suficient producció autòctona per poder abastir-les, sobretot enguany, quan els agricultors han optat preferentment per la producció de cereals amb una reducció important de la superfície destinada a la colza⁷.

Espanya va consumir un total de 62.909 tn durant l'any 2006 (*Biofuels barometer 2007*) i va produir 99.000 tn (*European Biodiesel Board*). Per tant, va exportar un 36,5% de la producció, on els mercats més importants són l'alemany i el francès. Aquest fet és degut en part a la poca demanda del mercat nacional, ja que no hi ha una quota de mercat obligatòria per a les empreses petroleres i el preu del mercats exteriors és més elevat.

Segons fonts de l'ICAEN, existeixen nous projectes de plantes que en conjunt arriben al milió de tones de producció, assolint els objectius del PEC que són de 858.000 tn el 2015. Si ho comparem amb les dades anteriors, això suposa la mateixa capacitat de producció que té Espanya.

Aquests nous projectes indiquen l'entrada en el sector de les empreses petrolieres com ara REPSOL o del sector químic, com ara BASF. Aquestes empreses es preveu que s'ubiquin dintre de polígons industrials annexes a zones portuàries, on queda palesa que la major part de la matèria prima seria importada⁸.

El principal problema de la indústria del biodièsel és el preu de la matèria prima. Les úniques empreses que s'han mantingut en el mercat han estat les que aprofitaven olis reciclats o les que han optat per comprar producció de colza a França o soja a Argentina o oli de Palma al sud-est asiàtic⁹.

Per exemple, a la cooperativa de San Gregorio de Pina de Ebro, que realitzen la premsada per a vendre a una planta de biodièsel a Teruel (Bioteruel), el preu de

⁷ Segons la cooperativa de Pina de Ebro, en trucada telefònica, abril de 2008.

⁸ Tal i com succeeix actualment amb la producció agrícola de cereal i oleaginoses ja que es produeix el 22% i el 1% respectivament de la quantitat que s'importa (*Àmbit Rural, 2007*).

⁹ Segons la cooperativa de Pina de Ebro, en trucada telefònica, abril de 2008.

comercialització de la colza és d'uns 400 €/tn colza. Actualment s'estan abastint del mercat francès perquè el mercat nacional és insuficient.

La viabilitat econòmica depèn directament del cost del gasoil, ja que marca el preu màxim per poder competir, comptant que els biocombustibles tenen un impost tipus 0 (la qual cosa implica que cal declarar-los però no es paga cap impost).

Per altra banda, el cost de la matèria prima és el factor més important. Actualment s'està important molt oli de soja d'Argentina (a un preu aproximat als 900 €/tn) i es comercialitza colza a un preu aproximat de 400 €/tn (amb un màxim de 540€/tn en funció de l'oferta i la demanda puntuals) per a la producció d'oli que després abastirà les plantes de producció de biodièsel. Tot i això, també existeix algun projecte que calcula un cost de 240 €/tn., però que de moment resta en parada tècnica.

En quant a la producció d'oli, alguna planta petita el podria comprar a 700 €/tn per a produir biodièsel per a autoconsum, o cap a 950-980 €/tn d'oli de colza, per part d'alguna empresa mitjana.

En el següent quadre es pot veure una comparativa dels preus de les produccions agrícoles per alimentació i per al mercat energètic, en funció de l'empresa del sector.

Cultiu	Preu alimentari €/tn	Preu energètic €/tn	Font:
Colza	240 (abril 2008)	240 270 430 (220 – 540)	Amboli Masmilla Pina de Ebro
Oli de colza		700 950 980	T. Ceferino Bioteruel IDAE
Oli de girasol		1300 1500	IDAE Bioteruel
Oli de soja (importada)		800 980	Bioteruel IDAE
Biodiesel USA		600	Bioteruel

Oli reciclat		640 150 (2006)	T. Ceferino
Tortó (provinent de la premsada de colza)	210 330		Masmilla Pina de Ebro

Taula 6. Preus de mercat energètic i alimentari.

Font: elaboració pròpia a partir de converses telefòniques amb les empreses citades. (Abril 2008)

Aquests preus han de competir amb el biodièsel provinent dels USA que té un preu aproximat de 600 €/tn, ocasionant una forta competència deslleial, en ser un cultiu i una producció subvencionades per l'estat federal.

Existeixen grans corporacions (Greenfuel, entre d'altres) que estan organitzant la producció per assegurar el subministrament de llavors i arrenden terres (al país i a països de l'est d'Europa com ara Bulgària) i Filipines, per l'oli de palma. Aquesta estratègia pot ser una oportunitat per les empreses agrícoles espanyoles, o un perill, ja que lliguen els pagesos. Cal veure si la participació dels agricultors en el projecte – fins a un 20 % de les accions – pot establir una garantia d'un preu just.

Queda clar, doncs, que el factor preu (de la llavor o de l'oli) és una peça clau per veure la viabilitat de les plantes de producció de biocombustibles i per veure si la producció agrícola acaba en el mercat alimentari o en el mercat energètic.

1.2.5. Experiències d'utilització del biodièsel.

A Catalunya, cada vegada és més freqüent trobar sortidors de B10, B20 o fins i tot B30 a les benzineres (Petromiralles, Meroil, Petrocat, etc.). Es podria dir que ja són habituals. Actualment hi ha 253 estacions de servei que subministren biodièsel en barreges del 10, 20 o 30 % (B10, B20 o B30) ¹⁰.

Els primers projectes per fomentar al seu ús van ser la utilització en flotes de vehicles com ara els autobusos de la UAB, i autobusos urbans de moltes ciutats (per exemple Terrassa, Mataró,...).

¹⁰ Associació Catalana del Biodièsel – ACB, 2007. A 29 de gener de 2008.

En quant a les plantes de producció d'oli per a la posterior producció de biodièsel, el cas més tristament representatiu és el de la cooperativa de San Gregorio a Pina de Ebro. Aquesta cooperativa produïa colza i va negociar amb Acciona la venda d'oli a 0,60 €/litre, per a la producció de biodièsel. Aquest acord es va realitzar cap a començaments de primavera del 2.007 i durant l'estiu Acciona va començar a comprar biodièsel provinent dels USA, amb més baix cost, trencant l'acord. En conseqüència, la cooperativa es va quedar amb una unitat d'extracció massa gran per a les necessitats que podia absorbir i, a més, la qualitat del premsatge no era suficient com per complir la normativa de l'OVP...

Existeix també alguna experiència a petita escala, per exemple la que protagonitza l'empresa Masmilla 2006, de Cornellà del Terri, Girona. Aquesta petita planta produeix biodièsel (B100) a partir de colza, realitzant el procés de premsat, filtrat de l'oli i transesterificació. Van calcular el cost de la colza a 240 €/tn i l'aprofitament del tortó per alimentació animal i la venda de glicerina. El cost total de matèries primes era de 0,43 €/litre. (*Masmilla 2006 SL*, 2007.) Però no va fer públic el cost de la maquinària, la infraestructura i la mà d'obra.

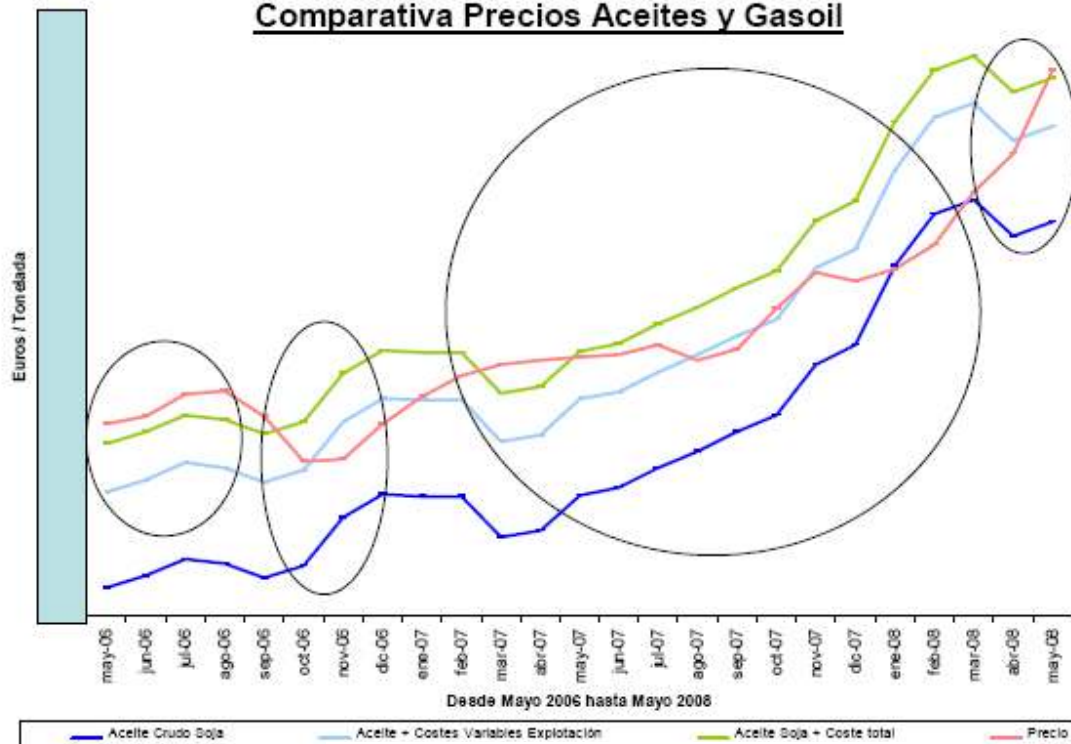
1.2.6. Evolució del mercat.

En aquests darrers mesos, la situació del sector s'ha caracteritzat per uns marges molt variables, cosa que ha fet que algunes plantes de producció quedessin en parada tècnica, fins i tot abans d'entrar en operació. Això és degut a la variació dels preus dels olis (i de les llavors), i l'efecte de l'entrada de biodiesel dels Estats Units o d'oli de soja argentina.

Així, de maig a setembre del 2006, el biodiesel era 60 €/m³ més econòmic que el gasoil i els marges eren clarament positius. Es va donar una situació d'optimisme en el sector i moltes empreses van començar a construir plantes.

Del setembre fins al febrer del 2007 va caure el preu del gasoil i va pujar el preu de l'oli, cosa que deixava el negoci en marges negatius. En aquest moment es dona la parada de plantes.

Comparativa Precios Aceites y Gasoil



Gràfic10 : Evaluació de preus (oli i gasoil)

Font: Bioneteuropa, 2008.

A partir del març fins a l'octubre del 2007, es produeixen les primeres arribades del biodiesel dels Estats Units a baix cost (de 100 a 200 € menys per m3). El 50 % del biodiesel va entrar al mercat per aquesta via. Aquest fet, per si sol, ja va deixar tocat el sector. Però calia afegir que les pujades del preu de l'oli el mantenien per sobre del preu del gasoil.

La situació es manté fins a maig del 2008, però comencen a notar-se símptomes d'alleujament degut a l'increment del consum de biodiesel, la pujada del preu del gasoil i l'estancament del preu de l'oli (Bionet, 2008).

Com ja s'ha comentat anteriorment, les principals plantes catalanes han suportat oportunament la crisi degut a que la seva matèria prima és oli usat¹¹. Però val la pena remarcar que molts projectes es van trobar en parada tècnica, tot demostrant les debilitats del nou sector.

¹¹ Dossier econòmic 9-15/2/2008

Els productors de biodiesel volen un marc estable de preus que propicia una assignació de quotes de mercat i una producció agrícola garantida a mig termini i a un preu fixat.

1.2.7. Comparativa OVP-Biodièsel.

A continuació es presenten les principals característiques comparades d'ambdós combustibles.

OVP	Biodiesel
Preu desacoblat del petroli	Preu acoblat al petroli
Procés de producció senzill i descentralitzat	Procés de producció més complex, consumidor d'energia i centralitzat
Opcions de negoci per cooperatives i economia local	Producció requereix inversions grans
Matèries primes del procés: llavors	Matèries primes: oli, alcohol, catalitzador
Subproducte del procés: tortó	Subproducte del procés: glicerina
Cal modificar els motors diesel	No cal cap modificació dels motors
L'oli ha de complir uns mínims de qualitat (DIN 51605)	Es pot fer servir com a matèria prima olis de menys qualitat o reutilitzats.

Taula 7.Font: Guiu, 2006.

Com es pot observar, els principals beneficis del Oli Vegetal Pur respecte el biodièsel radiquen en el seu caràcter local i en una mínima manipulació de la producció agrícola. Això si, requereix de modificacions en els vehicles. I en quant a la relació amb el petroli, val a dir que tot i que el OVP no depèn tant del petroli, si que els fertilitzants i els pesticides que es fan servir a l'agricultura tenen una forta relació.

1.3 EL BIOETANOL.

El bioetanol, és l'alcohol que s'obté per fermentació de productes d'origen vegetal rics en sucres o midons.

Les principals aplicacions de l'etanol són per la indústria, com a dissolvent, per a la producció de begudes i per al seu ús com a combustible. Tots aquests usos han crescut en els darrers anys. (*Garcia i Garcia, 2006*)

En quant al seu ús com a carburant, l'etanol és el principal biocombustible a nivell mundial. Històricament, el primer vehicle que es va dissenyar per l'ús de l'etanol va ser una variant del Model T de la Ford, al 1.908, el qual estava pensat per utilitzar-se en granges on els propietaris poguessin produir el combustible a partir de la fermentació del blat de moro¹².

A partir dels anys 1930 es va començar a produir etanol a partir de canya de sucre al Brasil, per disminuir la dependència exterior de l'elevat preu del petroli. Aquest etanol es barreja amb benzina en valors de l'ordre del 20 %. Conjuntament existeix una flota de vehicles que funcionen al 100 % amb etanol (a ciutats com ara Ríó, Sao Paulo, Bahía, igual que a la part nord d'Argentina). En d'altres regions, per facilitar l'arrencada en fred, es fa servir barreges al 85 % d'etanol (E85). Actualment el govern brasiler està apostant pels vehicles amb motor que poden anar amb etanol o amb benzina, en qualsevol proporció, en funció dels preus dels combustibles (Flexible Fuel Vehicles - FFV). (*Garcia i Garcia, 2006*).

En quant a l'ús en motors convencionals, una barreja de benzina amb un màxim de 25 % d'etanol, no implica modificacions. Per un percentatge superior, l'etanol té un octanatge més elevat (al voltant de 110) que provoca que no es cremi amb tanta eficiència i es provoquen corrosions al metalls i les gomes. També es redueix la potència i par motor, i s'incrementa el consum. Així, calen modificacions com ara incrementar la relació de compressió i adaptar la carburació a la barreja aire – etanol. Amb aquest procés s'aconsegueix una major potència i par motor, es millora el rendiment tèrmic i es redueix el consum i les emissions contaminants (*Ballesteros, 2002, citat per Garcia i Garcia, 2006*).

¹² Idea recuperada actualment per l'administració Bush.

La Unió Europea limita l'ús de l'etanol al 7,8 % de la barreja. Però alguns països fan servir una barreja de només el 5 %.

Un altre aspecte a tenir en consideració, és la utilització de l'etanol com a additiu al gasoil (en substitució del plom), fins a un 15 %, per tal de millorar el comportament en fred i reduir les emissions de partícules. (*Abengoa, 2006, citat per Garcia i Garcia, 2006*). Aquest és l'anomenat ETBE, que es descriu en el següents apartats.

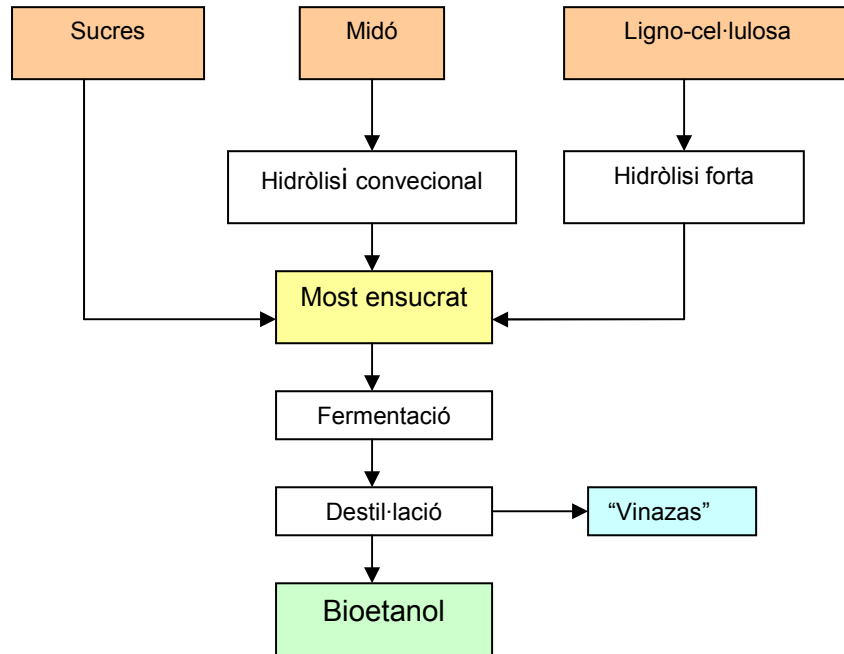
En quant a futures aplicacions, s'està estudiant l'ús de l'etanol per a la producció elèctrica amb cèl·lules de combustible, bé a partir de la producció d'hidrogen a partir de l'etanol, bé amb l'aprofitament directe de l'alcohol.

1.3.1. Procés d'obtenció del bioetanol.

El bioetanol es produeix a partir de la fermentació de most ensucrat, el qual es pot obtenir per les següents vies:

- ❖ Directament a partir de biomassa ensucrada, és a dir, productes agrícoles rics en sucre, com la remolatxa i la canya de sucre, o residus vinícoles.
- ❖ Mitjançant la hidròlisi convencional de biomassa rica en midó, com els cereals i la patata. Amb aquest procés s'aconsegueixen afluor els sucres, glucosa i/o fructosa, que formaran part del most ensucrat.
- ❖ Mitjançant la hidròlisi forta (amb àcid) de biomassa amb molta cel·lulosa o lignocel·lulosa, com ara residus de silvicultura o de conreus (palla). Aquests productes tenen un preu més baix que els que es fan servir en els dos processos anteriors, tot i que aquest té més cost.

Com es pot veure, existeixen diferents vies per a cada tipologia de recurs, per a la obtenció final del bioetanol, segons siguin substàncies riques en sucres, midó o lignocel·lulosa.



Gràfic 11. Esquema d'obtenció del bioetanol. Font: IDAE, 2007.

La matèria prima és triturada i premada per a poder extreure la major quantitat de glúcids possible. També s'hi afegeix aigua calenta o àcids, en alguns casos, per poder millorar l'extracció. A partir dels monosacàrids, es forma un most fermentable, que acaba produint l'etanol. La fermentació és un procés pel qual a partir de la acció de enzims, substàncies orgàniques de naturalesa complexa (com la glucosa que conté el most) es converteix en altres més simples (etanol i diòxid de carboni):



Així, per cada tona de fructosa o glucosa, es pot arribar a produir 510 Kg d'etanol, la qual cosa equival a 410 litres.

Els enzims més utilitzats són els llevats, concretament la *Saccharomyces cerevisiae*, ja que és la més eficient en la fermentació de sucres de 6 carbonis com és el cas de la glucosa (C₆H₁₂O₆).

Seguidament es procedeix a la concentració de l'alcohol. El grau alcohòlic dels "vins" obtinguts de la fermentació es troba entre 10 i 15%. Per enriquir el contingut alcohòlic es sotmet a destil·lació i s'obté etanol hidratat per un costat i les "vinaza" (restes de matèria prima vegetal que no s'han convertit en alcohol) que serveixen per a l'alimentació animal, també conegudes com a pinso animal sec (DDGS).

El bioetanol així obtingut no pot barrejar-se amb la gasolina, ja que la presència d'aigua a la mescla provocaria la separació de les dues fases; per lo que abans de la seva utilització s'ha de sotmetre a deshidratació específica. Es destil·la per concentrar l'alcohol i acabar amb una concentració del 96 % d'etanol. (*Garcia i Garcia, 2006*)

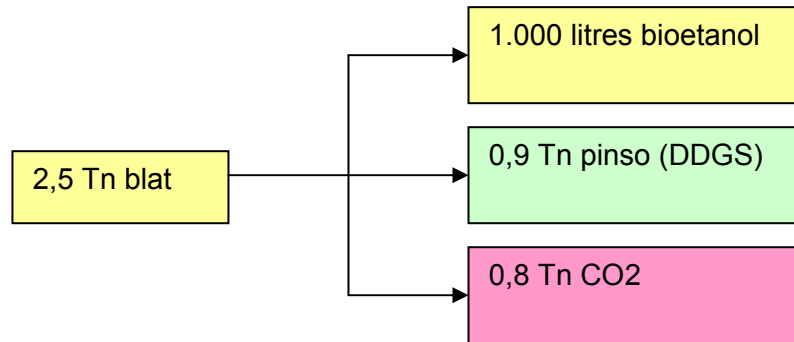
Si s'observa la producció d'etanol a partir del blat i de l'ordi, es necessiten 3,28 kg de blat (16.5 % d'humitat) per generar un kg d'etanol (1,26 litres) i en el cas de l'ordi, calen 3,84 kg (16.5 % d'humitat). (*CIEMAT, 2006*)

Dit d'una altra manera, per comparar aquests cereals amb d'altres cultius energètics, podem veure l'equivalència a la taula següent:

<u>Producte (1 tn)</u>	<u>Etanol (litres)</u>
Blat	360-385
Civada	300-325
Blat de moro	400
Remolatxa	100
Caña de sucre	300

Taula 8. Font: elaboració pròpia amb les dades de CIEMAT, 2006, i Rius, 2007.

En un anàlisi senzill del procés, obtindríem 1.000 litres d'etanol, per cada 2,5 tn de blat, amb 0,9 tn d'un subproducte que es pot fer servir com pinso animal (Grans dessecats producte de la destil·lació o DDGs – *dry distilled grain*). També s'obtenen 0,8 tn de CO₂ que podria trobar sortida com a recurs industrial.



Gràfic 12. Productes obtinguts del procés de fermentació del cereal. Font: Rius, 2007.

L'inconvenient més important que es pot veure en els pinsos produïts és el fet que no són assimilables pels porcs o l'aviram, campanyes força importants al país, però sí en canvi pel ramat vacú.

En quant al procés de preacondicionament del cereal, existeixen dues vies: la via humida (Wet Milling Processes) i la via seca (Dry Milling Processes) :

La via humida, s'aplica amb plantes amb grans produccions i la intenció és la de obtenir d'altres subproductes, com ara fructosa, dextrosa, etc. En aquest procés, el que es fa servir més als USA, es barregen els grans de blat de moro amb aigua calenta, per facilitar l'alliberament del midó. Amb aquest procediment, s'extrau oli, proteïnes (gluten) i fibra. El midó és separat per a la seva posterior fermentació alcohòlica.

La via seca, molt habitual per a plantes petites, els grans es molen i després se sotmet la farina a una dissolució àcida (o amb enzims) per tal d'extreure la sacarosa. A continuació se li afegeix el llevat i comença la fermentació. (Garcia, Garcia, 2006).

Al final s'obté una dissolució amb un 15 % d'etanol. Aquesta substància es destil·la per incrementar el grau d'alcohol fins a un 96 %, com ja s'ha comentat anteriorment.

En el futur, la opció més prometedora serà la utilització de biomassa lignocel·lulòsica per a la obtenció d'etanol a baix cost, degut a que es poden realitzar cultius d'elevades produccions de biomassa i es poden desenvolupar tècniques per incrementar el procés de conversió de la cel·lulosa en etanol. Tot i això, serà un procés més intensiu en energia que els processos actuals.

1.3.2. Avantatges i inconvenients tècnics del bioetanol¹³.

Des del punt de vista tècnic, el bioetanol, pel fet de ser un compost oxigenat, aporta a les mescles les següents avantatges tècniques:

- ❖ Millora l'índex d'octà, i en conseqüència, els problemes de detonació es redueixen. Això permet incrementar la relació de compressió del motor o avançar l'angle d'engegada; aconseguint així un major rendiment tèrmic del combustible. Tot i que, d'entrada, el contingut energètic del bioetanol és inferior al de la benzina en un 30 %.
- ❖ Millora les prestacions del motor, ja que l'oxigen aportat rebaixa la relació estequiomètrica aire/combustible i permet la major introducció de combustible per cicle del cilindre.
- ❖ Les barreges de bioetanol/gasolina, presenten menys emissions de monòxid de carboni (CO); ja que la major presència de oxigen en el combustible afavoreix el procés de combustió.

Les principals barreres tècniques del bioetanol es basen en la seva afinitat amb l'aigua i en la pressió de vapor relativament baixa.

- ❖ Per la seva afinitat amb l'aigua, fa que el líquid capti aigua (amb impureses dissoltes) de les cavitats del sistema de producció i transport. Aquest aspecte fa que no s'utilitzin canonades pel seu transport, sinó que es facin servir camions cisterna.
- ❖ En quant a la pressió de vapor, aquesta característica fa que sigui una substància més volàtil que la benzina, tot incrementant les pèrdues per evaporació. Llavors cal adaptar els altres components del combustible per compensar aquesta pèrdua, cosa que suposa un costós addicional al sistema de producció.

¹³ Garcia i Garcia, 2006.

1.3.3. Evolució del Mercat.

Espanya és un dels països amb una producció més alta de bioetanol. En aquests moments, les empreses que es dediquen a la producció d'etanol a nivell espanyol han sofert un retrocés per la pujada del preu dels cereals. (Maig 2008)

La principal empresa líder del sector a nivell europeu és Abengoa Bioenergy, la qual té tres plantes operatives a l'estat espanyol:

Planta	Producció Milions litres / any
Ecocarburantes Españoles	150
- Cartagena	
Bioethanol Galicia	176
- Texeiro (A Coruña)	
Biocarburantes Castilla y León	200
- (Salamanca)	

Taula 9.Font: Biofuels barometer, 2007

En el moment del disseny es va preveure la producció de pinso animal sec en 130.000 i 96.000 tn/any per a les dues primeres plantes. En quant a la tercera, tenia un programa d'investigació per a la utilització de palla de cereal i en futur es preveia l'aprofitament de residus forestals i residus de fruita.

Fins i tot el grup té previst la producció de blat de moro al sud-oest de França per a la producció de bioetanol.

En quant a les altres plantes a l'Estat, són les següents:

Planta	Producció (tn/any)	Estatus
Bioetanol de la Mancha	26.000	Operativa
Ciudad Real		
Albiex	110.000	En Construcció
Badajoz		
Ecobarcial	145.000	En Construcció
Zamora		
Sniace Biofuels	126.000	En Construcció
Cantabria		

Bio Europa 2 Ciudad Real	150.000	En Projecte
Bioener Energia (EVE i Abengoa) – Vizcaya	126.000	En Projecte
Bioetanol DosBio 2010 Burgos	65.000	En Projecte

Taula 10.Font: http://www.biodieselspain.com/plantas_listado.php

La capacitat total de producció de bioetanol arriba aproximadament als 1.160.000 tn/any.

També existeix una planta de l'empresa Ford que fabrica vehicles que poden fer servir l'E85 (vehicles anomenats Flexifuels), situada a la Ribera Baixa (València).

Durant l'any 2006, Espanya va produir un total de 317.000 tn de bioetanol i en va consumir 114.552 tn, que representa un increment del 1.4% respecte el 2005. (*Biofuels barometer 2007*). Per tant, s'exporta el 63,8 % de la producció. Un aspecte força interessant és que mentre que el parc automobilístic espanyol està fortament basat en el diesel, més del 75 % del consum, el país és un dels grans productors europeus de bioetanol, degut a la seva agricultura cerealística.

Un dels països importadors de l'etanol espanyol és Suècia. Aquest país, a diferència del cas espanyol compta amb unes quotes de biocombustibles que obliguen a les empreses del sector. Com que és un gran consumidor de benzina, s'ha introduït el E85 (bioetanol al 85 %), amb vehicles adaptats i fomentats per una reducció d'impostos, així com places de pàrking públiques gratuïtes, etc.

A diferència de Suècia, Espanya no compta amb objectius que obliguin a les petroleres a determinades quotes d'introducció dels biocombustibles. A més, existeix força reticència per part de les petroleres degut a que el consum més significatiu és el de gasoil (més de tres vegades més). Així, quan es procedeix al cracking o destil·lació del petroli per produir carburants i matèries primes, només es produeix un percentatge concret de cada substància. I com que cal produir molt gasoil, a conseqüència es produeix molta benzina. Es calcula que cada any hi ha un excedent de 3 milions de tones. Per tant, si s'introduís el bioetanol (E10 o E85) encara hi hauria més excedent de benzina (segons ICAEN¹⁴).

¹⁴ Entrevista amb el sr. Ernest Ferran sobre biocombustibles i biodiesel (Abril, 2008).

A nivell català no hi ha constància de cap planta de bioetanol. Però, en el conjunt de l'estat espanyol, hi ha estratègies empresarials que pretenen lligar la producció de cereal per a la producció d'etanol.

Es realitzen contractes per a cultius energètics com els de l'empresa Biocarburantes de Castilla, on s'ofereixen contractes amb dues opcions: preus fixos o preus variables. En l'opció de preus fixos es lliga un preu de 145 € per tona de civada, més l'ajuda de 45 € per ha. (Cal fer notar que el preu es calcula amb el promig dels preus a l'estiu i que, si l'any passat es va pagar una ajuda de 31 €/ha, degut al nombre de sol·licituds, enguany són escasses les sol·licituds de cultius energètics).

Si es té en compte un promig de producció en secà de 2.5 Tm ordi/ha, surt un total de 163 €/tn o 0,16 €/kg.

En canvi, en el tipus de contracte de preu variable, el preu amb ajuda pot anar entre 146 i 191 €/tn o 0,15 i 0,19 €/kg.

A nivell mundial, la producció durant el 2006 va ser de 51.123 milions de litres. Com es pot veure a la taula següent, els països que van produir més etanol va ser USA amb una producció de 18.400 milions de litres (35,9% del total). El va seguir Brasil amb 17.020 milions (33,3%), i en tercer lloc, la Xina, amb 3.854 milions (7,5 %).

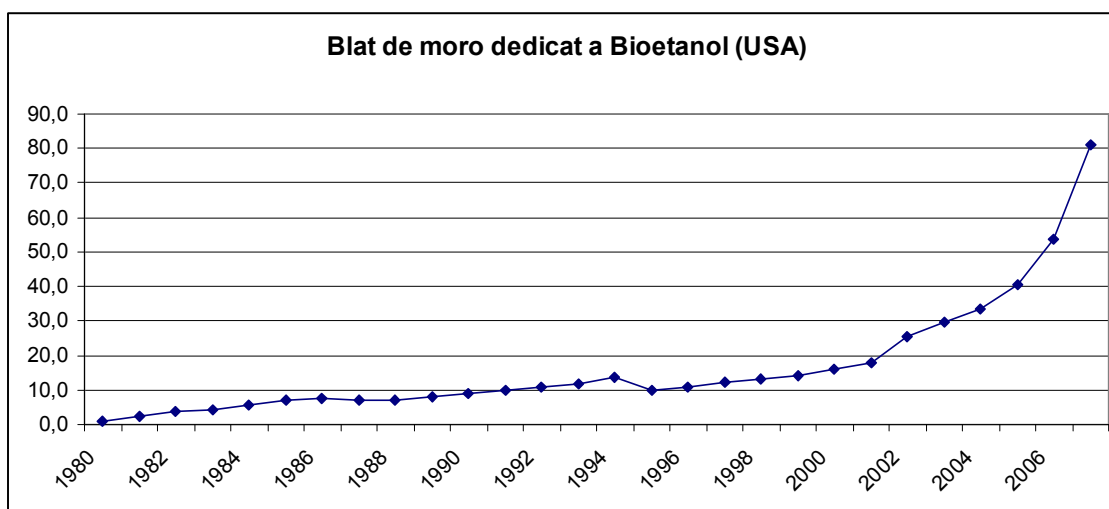
País	2004	2005	2006
USA	13.397	16.020	18.400
Brasil	15.118	16.160	17.020
Xina	3.654	3.805	3.854
Total Mundial	40.818	46.049	51.123

Unitats en Milions de litres

Taula 11.Font: L.O. Licht (<http://www.ethanolrfa.org/industry/statistics/#E>) 1 gallon = 3.79 litres.

Cal veure que la producció ha augmentat un 37,3 % entre el 2004 i el 2006 a USA, mentre que a Brasil la pujada ha estat d'un 12,5 % i la Xina ha mantingut un creixement inferior, però estable, de la producció (5,5 %).

En el cas de USA, es pretén la substitució del MTBE (un additiu de la benzina) per etanol, fonamentalment produït a base de blat de moro i s'implementarà un percentatge mínim de renovables dintre dels combustibles. La intenció de l'administració Bush és la de reduir en un 20 % el consum de benzina en 10 anys, tot substituint-la per bioetanol. A partir d'aquest objectiu s'ha desenvolupat tot un programa per tal de derivar part de la producció de blat de moro (la més important a escala mundial) per a la producció local de bioetanol, com es veu en el gràfic següent. En aquest país, l'E85 és deu cèntims més econòmic que la benzina i el E10, un cèntim d'euro per litre.



Gràfic 13. Font: Lester R. Brown, [Plan B 3.0: Mobilizing to Save Civilization](#) (New York: W.W. Norton & Company, 2008). Unitats en milions de tones.

D'altra banda, ni tota la producció de blat de moro estadounidenc podria abastir la demanda necessària per a la producció de bioetanol marcada en els plans de l'administració. Per tant, el govern nord-americà ha firmat convenis de col·laboració amb el segon país productor de bioetanol, Brasil. En aquest país, el bioetanol es produeix amb canya de sucre, en un procés més eficient degut a l'alta concentració de sucres de la planta, la seva productivitat, el clima, etc. Brasil hi està d'acord però vol renegociar la política d'aranzels dels USA.

Un altre dels efectes d'aquesta aposta tan ferma sobre els biocombustibles és el canvi en l'alimentació animal: En els estats cerealistes (per exemple Iowa, a la zona central), produeixen bioetanol i DDGs com a producte d'alimentació animal. Però aquest pinso no és assimilable pels porcs i pollastres que són les produccions ramaderes més importants de l'estat (sí que ho és per la ganaderia vacuna) i que hagin d'importar més pinso convencional.

Tanmateix, com puja el preu del blat, també puja el preu de la carn, els ous, etc.

En el cas mexicà, la crisi va ser palesa al gener del 2007 quan va esclatar una revolta social pel preu de la *tortilla*, tot un exemple de com la producció de biocombustibles pot afectar el mercat alimentari, tot i que de forma indirecta i dintre d'un context internacional.

A Mèxic, es produeix blat de moro blanc per alimentació humana i blat de moro groc per alimentació animal. Com que en els mercats internacionals van començar a pujar els preus en el mercat de futurs (degut a la producció de bioetanol dels USA, entre d'altres) va començar a pujar el preu del blat groc. Aleshores es comença a fer servir blat de moro blanc per alimentació animal i s'incrementa el preu de les *tortillas*, però també de la carn, els ous i la llet. I com a efecte col·lateral, també van començar a pujar els preus dels productes substitutius d'aquests com per exemple el *frijol*. (Font: El Periódico, 19 d'Abril de 2008).

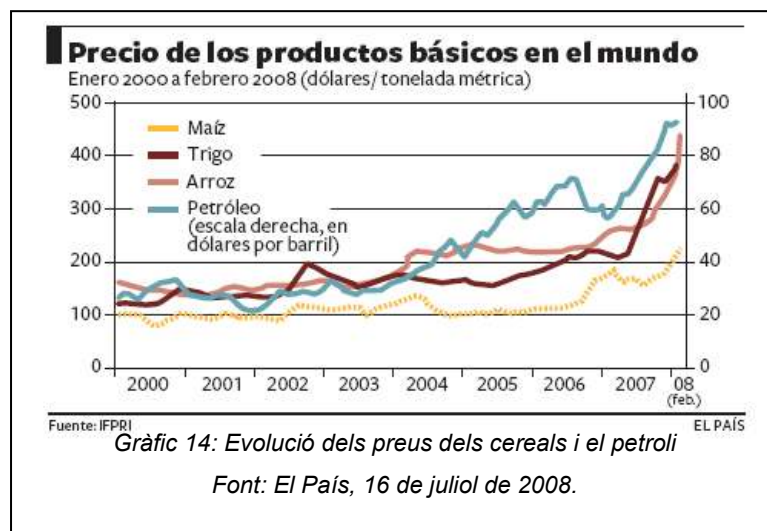
El preu del cereal:

El principal problema de la producció de bioetanol és el preu del cereal. Aquest preu normalment ha estat baix degut a l'enorme quantitat d'excedents de provinents de nord-americà (que produeix casi el 40 % del blat de moro del món i que representa el 70 % de les exportacions de blat de moro (*Pahisa, Ecologia Política, nº 34*). Com que la producció destinada a bioetanol s'ha incrementat de forma molt notable, s'ha produït un efecte dominó sobre l'alça dels preus dels aliments a tot el planeta.

Actualment però hi ha hagut una conjunció de diversos factors que han afectat els preus:

- ❖ Increment del consum a països com Xina i India, que s'estan adaptant a la dieta occidental (sobretot pel que fa a la carn).
- ❖ Males collites a Austràlia i Ucraïna.
- ❖ Producció d'etanol als USA, com ja s'ha comentat (un 20% de la collita).
- ❖ Consum de biocombustibles a la UE. Importació de produccions agràries (soja argentina, palma de Malàsia i Indonèsia)

- ❖ Especulació en els mercats de matèries primes.
- ❖ Increment del preu del gasoil i els costos de producció agrícola.



En aquest gràfic es pot observar que la última escala dels preus dels aliments han coincidit amb l'increment del preu del petroli, doblant els preus de fa dos anys.

Aquesta circumstància implica un increment del preu del blat de moro a nivell mundial, però també implica un increment del preu dels productes que poden substituir el blat de moro, com ara el blat i l'arròs. Així, el preu del blat de moro per producció d'etanol passa a estar referit al preu de la benzina, cosa que comporta un salt quantitatiu molt important.

I en aquest punt existeix una reacció de retro-alimentació positiva: si puja el preu del petroli, pugen els costos de la producció agrària, paral·lelament puja la quantitat de cultius destinats als biocombustibles i com a resultat la pujada dels preus dels aliments és molt significativa, ocasionant conflictes a nivell social als llocs més pobres de la terra.

Fins i tot s'han donat casos de desabastament de productes i/o d'intervenció del preu dels aliments en molts països: Mèxic, Haití, Guatemala, El Salvador, Nicaragua, Equador, Perú, Bolívia, Brasil, Argentina, Marroc, Mauritània, Senegal, Burkina Faso, Guinea, Costa de Marfil, Benín, Camerun, Egipte, Etiòpia, Tanzània, Moçambic, Botswana, Zimbabue, Sud-àfrica, Ucraïna, Turquia, Jordània, Aràbia Saudí, Emirats Àrabs, Rússia, Uzbekistan, Mongòlia, Jordània, Pakistan, India, Corea del sud, Xina, Tailàndia, Bangladesh, Malàisia, Indonèsia i Japó.

Fins i tot la Unió Europea, abans excedentària, ha eliminat els aranzels a les importacions de cereals. (*El Periódico*, 19 d'Abril de 2008).

Tots aquests episodis han fet sonar l'alarma sobre la situació i la culpa ha anat a parar als biocombustible, tot i que existeixen d'altres causes com ja s'ha apuntat anteriorment. Però el fet que es produeixin tants episodis de conflictes socials a tants llocs del planeta, fa palesa que la situació és molt complexa i que cal actuar amb prudència.

I la temporada següent encara seran més acusats ambdós aspectes clau de la situació actual (pujada del preu del petroli i increment de la producció energètica alimentada per l'administració Bush i la UE).

Així, fins a quin punt pot ser una solució la d'obligar a les empreses petroleres a vendre una quota de biocombustibles? I, d'altra banda, la competència entre estats per cobrir la demanda de biocombustibles no farà incrementar més el seu preu?



Fotografia 6. Biocombustibles i seguretat alimentària.

Font: www.elviajedeodiseo.com

1.3.4. Altres aplicacions del bioetanol com a biocombustible: ETBE

El bioetanol també es pot fer servir per a la producció d'additius tant per a la benzina (ETBE) com per al gasoil.

L' ETBE (etil terciari butil èter), és un producte de la reacció d'etanol (45 %) i isobutè (55%). D'una tona d'isobutè i 0,8 tones d'Etanol (o bioetanol), s'obtenen 1,8 Tm d'ETBE.

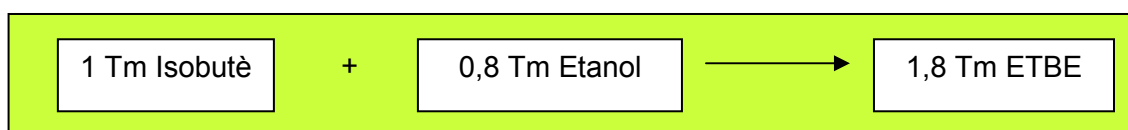


Figura 21. Font: Menéndez, 1997.

El ETBE és un additiu oxigenat d'elevat octanatge que s'afegeix per millorar les gasolines. Al barrejar-se amb les gasolines aporta les mateixes avantatges tècniques que el bioetanol, a més d'altres d'addicionals per tenir propietats fisicoquímiques més properes a les de les gasolines (menor volatilitat, menor solubilitat en aigua, millor eficiència tèrmica i no corrosiu).

Als països de la Unió Europea, s'accepta fins a la barreja d'un 10 % d'ETBE a la benzina, sense cap distintiu i plenament acceptat pels fabricants de les marques de vehicles.

Representa una alternativa al MTBE (Metil Terciari Butil Eter), que s'obté de derivats del petroli. Les mateixes infraestructures per a la producció de MTBE es podrien fer servir per a la producció de ETBE a partir de Bioetanol.

Els principals punts negatius és l'elevat cost de l'etanol produït a través de la fermentació, que només fa viable les inversions en el cas de disposar d'ajudes i reduccions fiscals.

Per als productors d'ETBE, és important baixar el cost de les matèries primes, que suposen el 60-70 % del cost final. (Menéndez, 1997).

En quant al seu ús com a additiu del gasoil, l'etanol es pot trobar fins a una proporció del 15% i redueix sensiblement les emissions de partícules contaminants i millora les

característiques de l'arrencada. Es comercialitza actualment amb el nom de E-diesel.
(Garcia, Garcia, 2006)

1.4. COMPARATIVA DE CARBURANTS

Com es pot observar a la taula següent, els olis tenen més viscositat que els biodièsel produïts i que cal adaptar els motors dels vehicles.

PROPIEDADES DE ACEITES Y METIL ÉSTERES					
Parámetro	Gasóleo	Aceite Girasol	Metil Éster Girasol	Aceite Colza	Metil Éster Colza
Densidad (15°C) (kg/l)	0,84	0,92	0,89	0,90	0,883
T ignición (Flash Point) (°C)	63	215	183	200	153
Viscosidad cinemática (37,8°C) (mm ² /s)	3,2	35	4,2	39	4,8
Número de cetano	45-50	33	47-51	35-40	52
Calor bruto de combustión (MJ/kg)	44	39,5	40	-	40
Punto de enturbamiento (°C)	0-(+3)	-6,6	3	-	-3
Azufre (% peso)	0,3	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Residuo carbón (% peso)	0,2	0,42	0,05	-	-

Taula 12. Font: Garcia, Garcia 2006; Guiu, 2006 i Rius, 2007.

En quant al Bioetanol i el ETBE, les diferències en comparació amb la benzina resideixen sobretot en el poder calorífic, que en funció del motor poden arribar fins a un 35 % inferior. El nombre d'octà és significativament superior en els biocombustibles i això pot facilitar la seva utilització com a additiu a la benzina.

Propietats	Benzina	Bioetanol	ETBE
Pes molecular [kg/kmol]	111	46	102
Densitat [kg/l] a 15°C	0.75	0.80-0.82	0.74
Contingut en O [wt-%]		34.8	
PCI [MJ/kg] a 15°C	41.3	26.4	36
PCI [MJ/l] a 15°C	31	21.2	26.7
Nº octà (RON)	97	109	118
Nº octà (MON)	86	92	105
Nº cetà	8	11	-
Relació estaquiomètrica aire/líquid [kg air/kg fuel]	14.7	9.0	-
Boiling temperature [°C]	30-190	78	72
Reid Vapour Pressure [kPa] a 15°C	75	16.5	28

Taula 13. Font: Traduït de European Biomass Industry Association, <http://www.eubia.org/212.0.html>

Però, d'altra banda, cal tenir en compte també que la taxa de retorn energètic¹⁵ dels diferents biocombustibles. Per exemple, el rendiment d'utilització directe de l'oli de gira-sol és de 5,48 vegades l'energia que consumeix el procés, mentre que el biodièsel produït amb oli de gira-sol té un rendiment de 3,16 a 1.

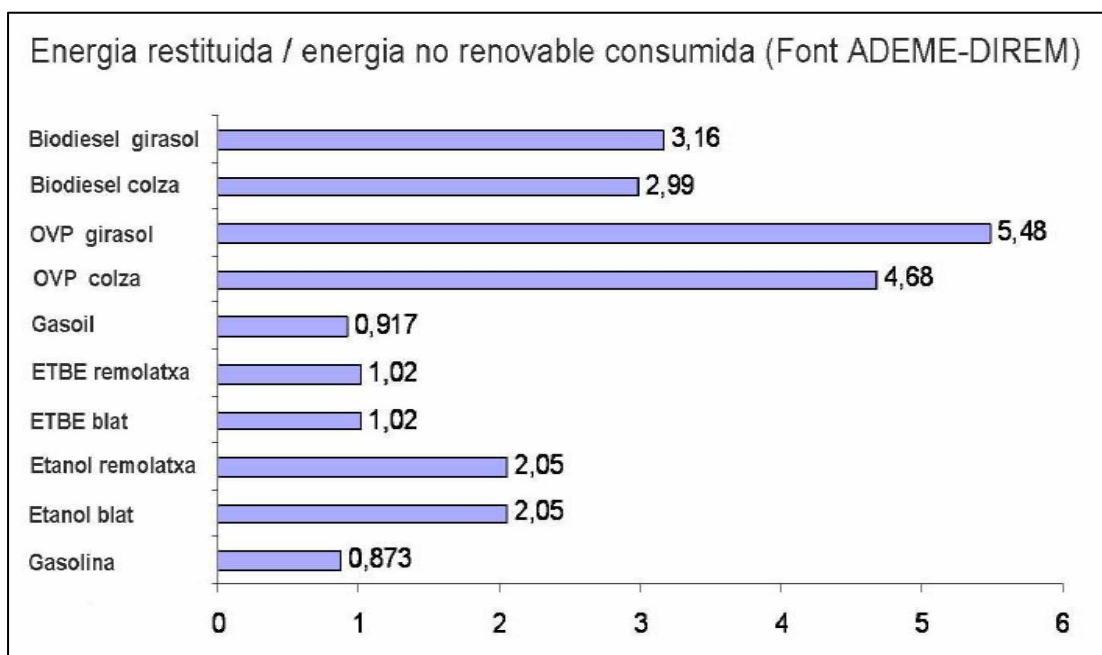
En aquest sentit, el millor dels biocombustibles seria el biodièsel obtingut a partir d'oli usat de cuina, amb un retorn energètic de 21,8 (*CIEMAT, 2005*). Aquesta és la matèria prima que primer es va fer servir a Catalunya i que ha donat solidesa a les empreses que van obrir el sector (i que provenien del reciclatge) davant les fluctuacions dels preus de l'oli.

Queda clar que el procés global més eficient, que més energia produeix per unitat invertida, és el de la OVP, davant del Biodièsel i en tercer lloc, dels etanols i dels ETBE. Això si, el transport és un dels factors més importants en aquest estudi. Per tant, si es produeix un biocombustible a partir d'un conreu d'un altre continent, aquestes dades serien fortament modificades.

Tanmateix, segons aquests càlculs, el gasoil i la benzina no són rendibles energèticament: globalment es consumeix més energia en l'extracció i refinament del combustible que l'energia pròpia d'aquests combustibles.

Malgrat aquesta incongruència, i tot i que cada vegada el preu del petroli és més alt (actualment 115 €/ barril Brent, maig 2008) el consum energètic continua incrementant-se. En aquest panorama, l'ús dels biocombustibles locals representen una oportunitat de millora de l'eficiència global del sistema.

¹⁵ La taxa de retorn energètic fa referència al rendiment energètic del procés: quanta energia s'aconsegueix (la que proporciona el combustible) per cada unitat gastada en l'elaboració del combustible (extracció, transport, processos químics, etc.)

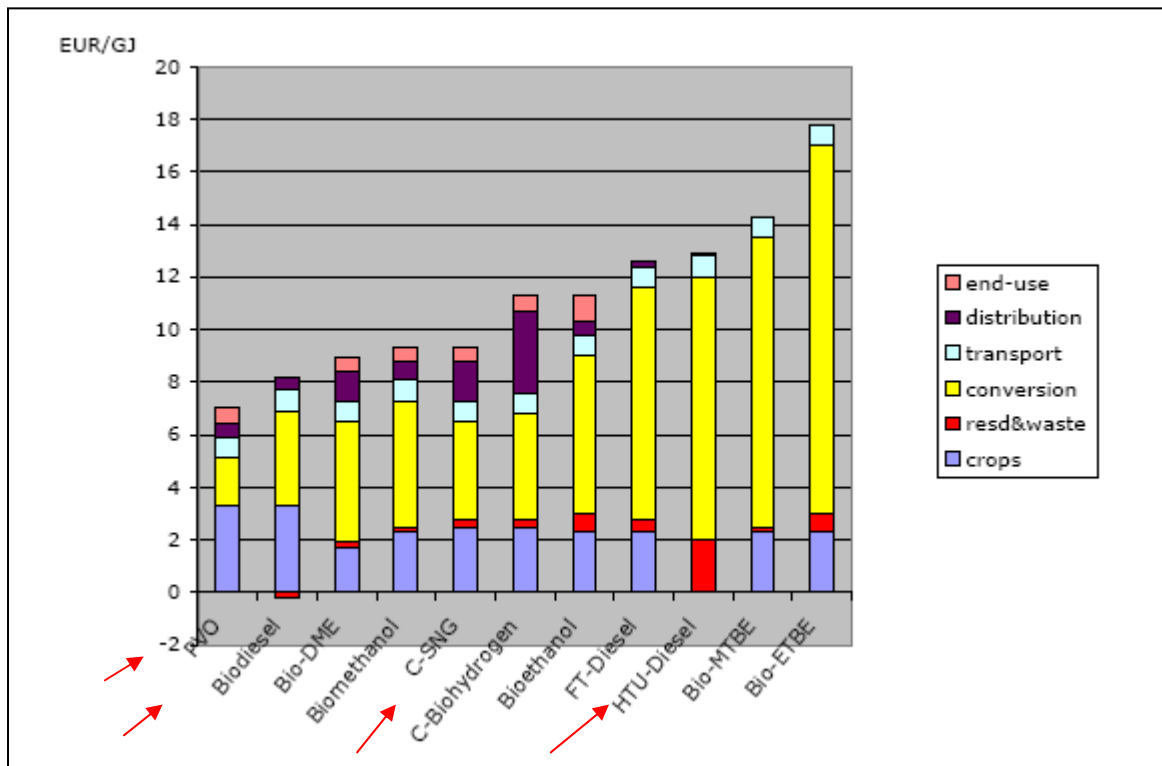


Gràfic 15. Taxa de retorn energètic. ADEME- DIREM citat per Guiu, 2006.

I en quant a la reducció de la contaminació i dels gasos d'efecte hivernacle, cal recordar que la petjada ecològica del combustible depèn de la distància entre la producció, els processos industrials i el consumidor final. D'aquesta manera, l'ús dels biocombustibles pot ser més eficient (si és produït a la comarca) o molt menys eficient (si és produït a l'altra banda del planeta).

En quant als costos dels biocombustibles, segons el Energy reach Centre of the Netherlands, el més econòmic de produir a nivell europeu és el OVP, amb un cost aproximat que el calcula en 7€/GJ (300€/tep). En segon lloc vindria el Biodiesel, amb una mica més de 8 €/GJ, i per acabar, el ETBE (que vol potenciar el PEC) el qual té el cost més elevat, de més del doble del OPV i el biodiesel, degut als processos industrials per produir-lo.

Tanmateix, s'ha suposat el mateix cost de transport en tots els biocombustibles, però realment, el cost de cada combustible dependrà de la distància des del punt d'origen de la matèria prima fins al punt de transformació i des d'aquí fins al punt de consum.



Gràfic 16. Cost dels biocombustibles. Font: Wakker A, et al. *Biofuel and bioenergy implementation scenarios. Final report of VIEWLS WP5, ECN Policy Studies, 2005.*

1.5. OBJECTIUS POLÍTICS RELATIUS ALS BIOCOMBUSTIBLES.

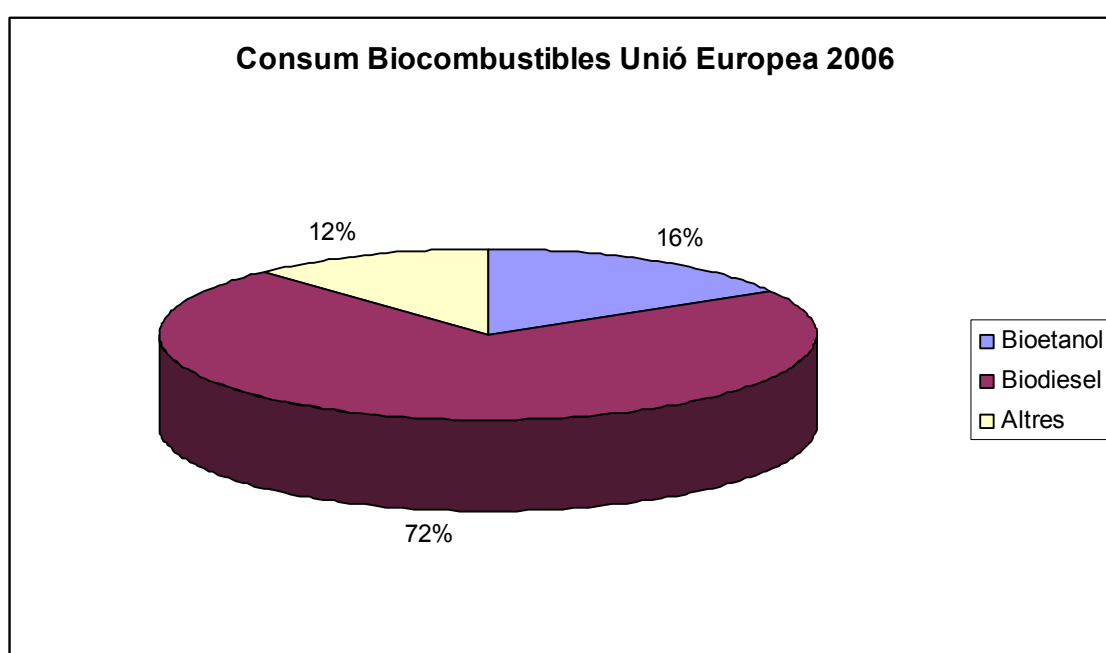
Els biocombustibles van entrar a l'agenda política a partir de 2003, en les polítiques energètiques i ambientalistas contra el canvi climàtic.

Els objectius de la Unió Europea en quant a biocombustibles, exposats per la Directiva 2003/30/CE relativa a l'ús dels biocarburants o altres combustibles renovables en el transport, es defineixen com a quotes dintre del mercat del combustibles en el sector del transport que cada estat ha de trasposar a la seva normativa.

Aquests objectius són el d'aconseguir el 5,75 % del combustible del transport a partir d'agrocombustibles pel 2010. Tanmateix el Llibre Blanc de la UE planteja el 10 %, pel 2020. Amb aquestes quotes d'obligació s'intenta obrir el mercat dels biocombustibles.

Però si aquestes previsions integren les pujades que s'esperen en el sector del transport (amb un increment del 14 % pel transport de passatgers i del 74 % de mercaderies) no tenen en compte el peak-oil ni una possible crisi de desabastament.

Durant el 2006, el consum de biocombustibles als països de la Unió Europea, va arribar a les 5.376.296 teps, repartides en un 71,6 % de Biodièsel, un 16,3 % de Bioetanol, i un 12,1% d'altres biocombustibles (OVP, Biogàs) (*Biofuels Barometer, 2007*). Aquest consum representa un 1,8 % del total de consum de combustibles del transport. Segons aquesta tendència, al 2010 s'arribarà al 4,2 % del consum total, davant de l'objectiu del 5,75 %. O sigui que els objectius assignats no s'estan complint en el global de la Unió.



Gràfic 17. Font: *Biofuels Barometer, 2007*.

Així doncs, si la Unió Europea vol complir els seus objectius en quant als biocombustibles, ha de donar més impuls a les seves polítiques energètiques en aquest sector. I com que no hi ha suficients terres de cultiu, o el preu de les produccions és més elevat per consum alimentari que per biocombustibles, la major part de la demanda de gra o oli, vindrà de fora, amb els impactes socials, econòmics i ecològics que això significa.

Cal recordar que els cultius energètics entren en competència amb els cultius alimentaris de forma directe (una producció pot anar als dos mercats) o indirecte, per l'ús de la terra de conreu.

Degut a la preocupació a nivell polític i científic que ha suscitat aquest tema, acaba de sortir a la llum un informe del comitè científic de l'Agència Europea del Medi Ambient, que recomana suspendre l'objectiu d'arribar al 10 % del consum del transport amb biocombustibles pel 2020 degut a que, tot i els requisits de sostenibilitat dels cultius energètics, s'exerceix una pressió massa important sobre l'aigua, sòl, biodiversitat. Això afecta tant als ecosistemes dels països productors d'arreu del món com en l'alça del preu dels aliments. Tampoc és tan clara la reducció de gasos d'efecte hivernacle. (*El Periódico*, 19 d'Abril de 2008).

Tot i aquestes veus en contra, de moment la Unió Europea no té intenció de suspendre o modificar els actuals objectius. Fins i tot s'han començat a iniciar línies d'investigació per a la degradació de la lignocel·lulosa a baix cost per a la producció de bioetanol i en la producció d'algues oleaginoses.

En el cas d'Espanya, el RD 12/2007 de 2 de juliol, que modifica la llei d'Hidrocarburs i obliga a l'ús dels biocombustibles, estableix els objectius fins al 2010 de la forma següent:

	2008	2009	2010	2020 ?
Quota mercat	1,9 %	3,4 %	5,83 %	"10 % segons UE"
Bioetanol	206.000 tn	349.500 tn	580.000 tn	?
Biodiesel	555.000 tn	1.013.000 tn	1.773.00 tn	?

Taula 14: Objectius de consum de biocombustibles a Espanya. Font: APPA, 2008.

La llei exposa els objectius de consum, però no defineix cap reglament – cap obligació de quota de mercat per a les empreses - ni cap sistema per aconseguir el biodiesel (APPA, 2008.)

Val a dir també que per arribar a aquests objectius cal incrementar les hectàrees dedicades a l'Estat espanyol, de 175.000 ha. el 2006 fins a 1.300.000 ha el 2009. És a dir, multiplicar per 7,5 vegades les ha dedicades a la producció de cultius energètics, en tres anys.

En el cas català, i segons el Pla de l'Energia de Catalunya, s'estableix l'objectiu de produir el 16,1 % del consum en el transport, pel 2015, tal i com s'observa a la taula següent:

	2010	2015
Biodiesel	8% del Gasoil	18 % del Gasoil (858.000 tn)
Bioetanol	? % ETBE	ETBE (5 %)
Objectiu global		16,1 % dels carburants per automoció.

Taula 15: Objectius Biocombustibles 2015. PEC.

En aquests objectius sorprèn que el bioetanol es faci servir només com a additiu ETBE (etil terciari butil èter), però en el quadre general apareix la seva utilització directa com a bioetanol. (Cal recordar que 1.8 tn d'ETBE, s'obtenen a partir de 0,8 tn d'etanol – o bioetanol – i 1 tn d'Isobuté).

Així doncs, segons el Pla, per l'any 2015 caldria produir unes 858.000 tn de biodiesel i el 5 % de la benzina en forma de ETBE.

Llavors, seria possible que aquests biocombustibles es produïssin amb les produccions agrícoles locals? Quins cultius es podrien implementar a Catalunya?

2. ELS CULTIUS ENERGÈTICS A CATALUNYA.

2.1. Superfícies de conreu.

L'any 2006, a Catalunya hi havia unes 817.031 ha de conreu, el 25.2 % de la superfície del territori. Cal esmentar que els boscos, pastures i zones protegides ocupen més del 60 % del territori, segons el DAR, per tant només les infraestructures i les zones urbanes ocuparien menys d'un 15 %.

Els cultius energètics són aquells a partir dels quals es poden obtenir olis (i utilitzar directament com a OVP o produir Biodiesel) o es poden obtenir substàncies riques en glúcids i produir etanol. Per tant poden suposar una competència directe pel mercat alimentari, o una competència per l'ocupació de la terra de conreu. Però a part de les terres cultivades, un altre aprofitament útil per a la producció de biocombustibles podrien ser les zones de guaret - terra de cultiu en repòs- que es posarien a treballar dintre d'un programa de rotacions de conreu, per tal de no *gastar la terra*. Aquestes zones ocupaven un total de 32.301 ha, el 2005 (*IDESCAT, 2008*) i ja estan incloses dintre de les superfícies agrícoles.

I, de la mateixa manera també es podrien fer servir les terres de retirada, que es defineixen com a zones que han deixat de tenir producció agrícola de forma permanent¹⁶. A la última dècada hi ha hagut més superfície dedicada al conreu. En concret, el màxim es va assolir l'any 1997, amb 877.297 ha, unes 60.266 més que el 2006.

Així doncs, totes aquestes superfícies marquen el màxim que es pot dedicar a la producció local alimentària i, en aquest cas, també energètica.

¹⁶ En aquest sentit, també es poden comptabilitzar les terres "set-aside", que la UE subvenciona per a que no produeixin. En aquest estudi s'agafarà com a referències les terres de conreu del 2006 i les terres de conreu del 1997.

2.2. Cultius energètics

Els cultius energètics, per tal de ser el màxim de rendibles, haurien de complir alguns requeriments, com ara:

- Alts nivells de productivitat de biomassa aprofitable amb baixos costos de producció.
- Possibilitat de desenvolupar-se en terrenys marginals, en terres de retirada de producció d'aliments o en terres agrícoles marginades per falta de mercat per als productes tradicionalment cultivats.
- Requeriment de maquinària agrícola convencional, disponible pels agricultors de la zona i de ús també en els altres cultius típics de la zona.
- No contribuir a la degradació ambiental,
- Balanç energètic positiu, l'energia neta continguda en el combustible produït ha de ser superior a la gastada pel cultiu i l'obtenció del biocombustible.
- Possibilitat de recuperació de les terres després de ser utilitzades pel cultiu energètic per a altres cultius.
- Alt poder calorífic per unitat de massa.

Però és molt difícil trobar cultius amb totes aquestes característiques si només fem referència a la seva utilització com a biocombustibles líquids, que té un rendiment inferior en comparació amb d'altres formes d'utilització energètica, com ara a les calderes de biomassa, etc.

Per a l'estudi, s'han concretat diversos cultius que actualment ja es treballen al país per al mercat alimentari i que permeten obtenir una visió realista del seu potencial. Potser amb d'altres espècies les produccions serien més importants (com la jatropha, la remolatxa, o la canya de sucre) però caldria veure com s'adapten les condicions climàtiques i edafològiques de les diferents regions catalanes.

En concret, per a la producció d'OVP o Biodiesel s'han estimat les possibilitats de la colza, el gira-sol, la soja i el card. I per a la producció de bioetanol, el blat, l'ordi i el blat de moro. La taula següent mostra les seves produccions i superfícies de conreu a l'any 2006¹⁷

¹⁷ Per característiques de les zones agroclimàtiques, veure la figura 1 de l'Annexe.

Cultiu	Nom científic	Producció any 2006 ¹⁸ (tn)	Ha ¹⁹	Zones més adequades
Gira-sol	Heliantheae annus	9.261	5.760	Girona
Colza	Brassica napus	3.346	2.636	Frescals, regadiu Lleida
Soja	Glycine max	31	14	Frescals, regadiu Lleida
Card	Cynara Cardunculus	-	-	Regadius Lleida, Girona

*Taula 16. Cultius energètic amb potencial de substitució del gasoil (biodiesel, OVP)
Font: Elaboració pròpia a partir de les dades del DAR, IDESCAT 2008.*

Cultiu	Nom científic	Producció any 2006 ²⁰ (tn)	Ha ²¹	Zones
Blat	Triticum durum	200.005	75.999	Semifrescals, semiàrides
Ordi	Hordeum vulgare	400.322	181.201	Semifrescals, semiàrides
Blat de moro	Zea mays	343.959	36.042	Girona, frescals, Regadiu Ll.

*Taula 17. Cultius energètics amb potencial de substitució de la benzina.
Font: Elaboració pròpia a partir de les dades del DAR, IDESCAT 2008.*

Per superfície i producció, els cereals ocupen el primer lloc per davant de les oleaginoses. Per tant, Catalunya és en primer lloc una regió principalment cerealística.

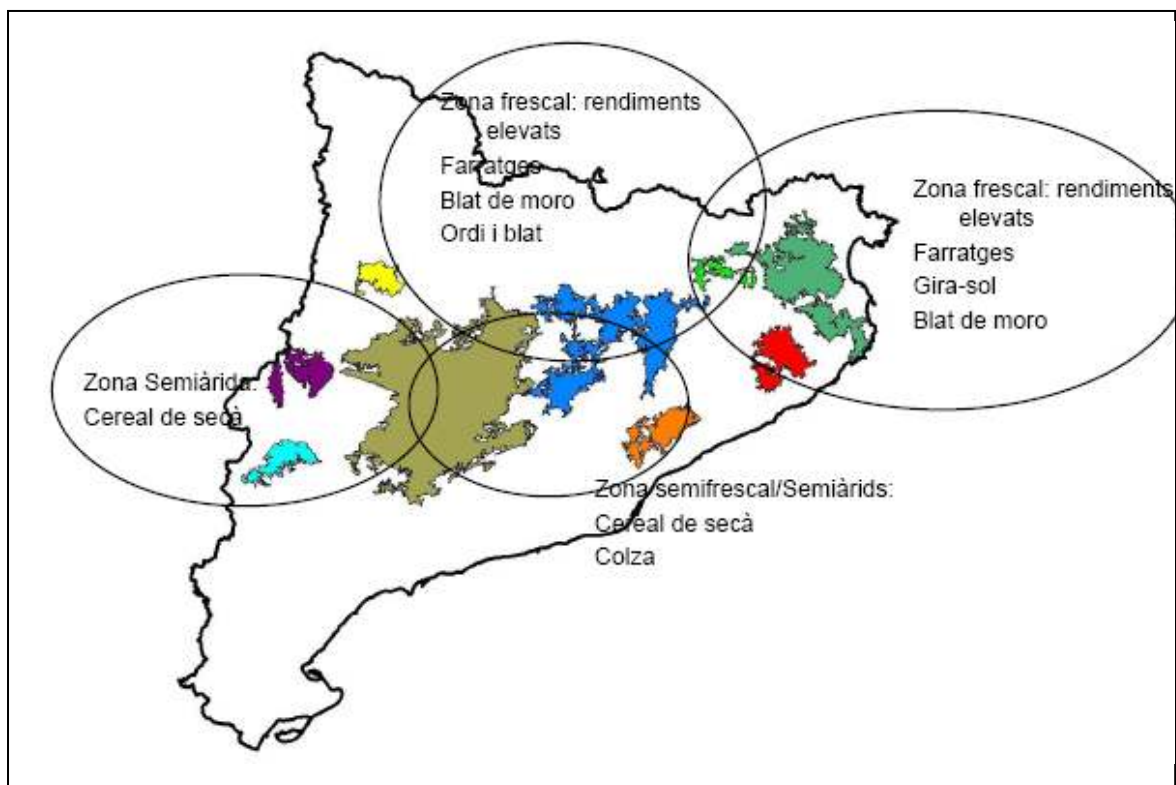
En el següent gràfic es pot observar la distribució de les àrees principals de conreus herbacis, amb quines produccions són les més importants.

¹⁸ Veure figura 6 de l'Annexe.

¹⁹ Veure figura 6 de l'Annexe.

²⁰ Veure figura 7 de l'Annexe.

²¹ Veure figura 7 de l'Annexe.



Gràfic 18. Produccions més típiques i relació amb la seva àrea agroclimàtica.
Font: Àmbit Rural, 2007.

D'altra banda, també es podria discutir si els cultius seleccionats per a les simulacions són els més idonis per a la producció de biocombustibles. Per exemple, es poden trobar rendiments més interessants a la canya de sucre o a la jatropha que en el cas del gira-sol, la colza, la soja, el card, el blat, l'ordi o el blat de moro. Però en aquest estudi s'ha optat per una opció conservadora i utilitzar les produccions locals que ja estan implantades al país, degut també al fet que s'ha demostrat la seva viabilitat al territori i que aquestes dues espècies energèticament més interessants no s'adapten bé al episodis de fred del nostre clima (encara que hom opinaria que es podrien produir en hivernacles, però llavors caldria construir moltes hectàrees d'hivernacles).

Tampoc s'ha optat per estimar les produccions d'organismes modificats genèticament degut a que aquesta tecnologia es troba en un estat d'investigació al nostre país, una baixa implantació al territori i uns efectes ambientals a considerar, que queden fora d'aquest estudi.

A continuació es comenten les característiques més importants dels cultius seleccionats²².

²² Informació extreta de JARC, 2007 i www.infoagro.com

2.2.1. Colza

Característiques botàniques:

Família: Cruciferae.

Gènere: Brassica



Espècie: *Brassica napus*, varietat oleifera

Arrel: Arrel pivotant, amb tendència a profunditzar, bona aptitud per a ramificar-se en un sistema d'arrels secundàries, sobretot si l'arrel primària troba al seu pas algun obstacle que li impedeixi profunditzar en el sòl.

Tall: Altura entre 1,40 i 1,80 metres.

Fulles: Les inferiors peciolades, les superiors lanceolades i senceres.

Flors: Petites i de color groc. Tenen 4 sèpals i quatre pètals disposats en creu.

Fruits: Siliques, beines de 5 a 6 cm de longitud amb entre 20 i 25 grans per beina. Les llavors tenen forma esfèrica, de petita mida i de color castany vermellós o negres un cop madures.

Varietats i estadis de desenvolupament: Existeixen varietats de cicle llarg o d'hivern (9 a 10 mesos) i varietats de cicle curt o de primavera (amb una duració de 5 a 6 mesos). La colza es pot sembrar a la tardor o a la primavera; en les nostres latituds, es planta a començaments de la tardor i resulten millor les variants de cicle curt o de primavera.

Exigències del cultiu:

Temperatura: La colza no suporta temperatures inferiors a -3°C en les primeres fases de desenvolupament, però un cop ha arribat a l'estat de roseta pot suportar fins a temperatures de -15°C . Durant la floració no és convenient que la temperatura sigui molt alta, per a que no s'escurci el cicle i es produeixi un major nombre de granades.

Humitat: El cultiu de colza pot desenvolupar-se a partir dels 400 mm de precipitació anual, però han d'estar molt ben repartits. Un excés d'aigua en el sòl no és bo. En canvi, respon bé a les pluges abundants de primavera durant la floració. És resistent a la sequera hivernal.

Sòl: Pot cultivar-se en qualsevol tipus de sòl. L'interval òptim de pH es troba entre 5,5 i 7, encara que suporta bé fins a un pH de 7,7. Resisteix una certa salinitat.

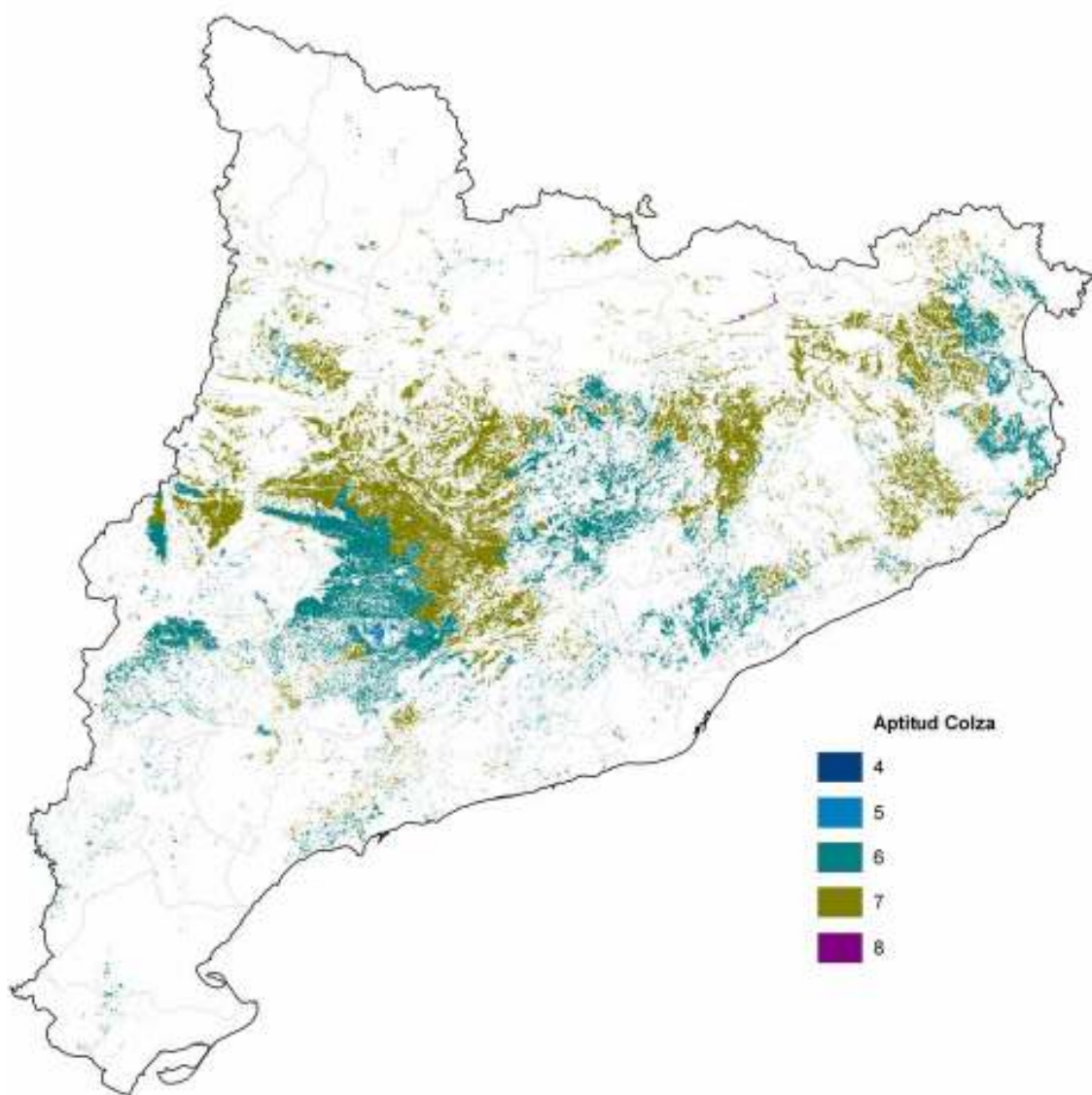
Rendiment

El rendiment del cultiu és molt inferior al de la mitjana europea degut a què les condicions climàtiques dels països del nord d'Europa, on aquest cultiu està molt extens, són molt més adequades per al seu ple desenvolupament.

En zones d'Espanya més plujoses, com ara Navarra, s'estan realitzant diversos estudis per tal de determinar la idoneïtat de la implantació del cultiu de colza en aquesta comunitat autònoma.

Aproximadament per cada hectàrea es produeixen 3 tn de gra.

La seva zona de producció més adient es pot veure en el següent mapa.



Gràfic 19: Zones de distribució de la colza. Font: Àmbit Rural, 2007.

Com avantatges del seu cultiu cal destacar que presenta uns rendiments interessants en secà i que incrementa el rendiment del cereal (blat o ordi) de la següent campanya. En regadiu s'obtidrien unes produccions lleugerament menors que les del blat de moro.

En contra, aquest cultiu és molt tècnic i menys conegut, té més risc de mala naixença, dehiscència del fruit, atac de plagues, etc. També és molt resistent a la sequera però no en la època de la sembra i la germinació. (Àmbit Rural, 2007)

2.2.2. Gira-sol

Característiques botàniques:

Família: Compositae.

Gènere: Heliantheae

Espècie: H.annus



Arrel: Arrel pivotant, amb tendència a profunditzar, bona aptitud per a ramificar-se en un sistema d'arrels secundàries, sobretot si l'arrel primària troba al seu pas algun obstacle que li impedeixi profunditzar en el sòl, amb perjudici pel desenvolupament de la planta.

Tall: Altura entre 0,6 i 2 metres, un diàmetre entre 2 ó 6 cm.

Fulles: Són grans, amb aresta serrada, de vellut i amb un llarg pecíol acanalat que li permet una bona adaptació al vent.

Inflorescència: És un disc entre els 10 i els 40 cm, segons la varietat i les condicions del cultiu. La seva cara inferior, generalment plana, està recoberta de petites fulles en forma d'escata. Està formada per un teixit esponjós en què s'inserten les flors, el nombre de les quals pot variar entre les 700 fins a les 6.000 segons la varietat.

Fruits: És un aqueni (pipa) comprimit de 3 a 20 mm de llarg. Presenta quatre arestes ben definides.

Exigències del cultiu:

Temperatura: El gira-sol s'adapta a un ampli ventall de temperatures que van des dels 13 °C fins als 30 °C. El marge òptim se situa entre els 21 i 24 °C.

Humitat: Es mostra poc eficient pel que fa a l'aprofitament de l'aigua si en disposa sense límit. En hores de màxima calor, els estomes de les fulles resten oberts, transpirant gran quantitat d'aigua. Tot i això es troba perfectament condicionat en l'estrès hídric,

mancança d'aigua, ja que compta amb un seguit de mecanismes fisiològics. Aquest estrès afecta directament als òrgans reproductors, reduint-ne el nombre de llavors i el contingut en oli.

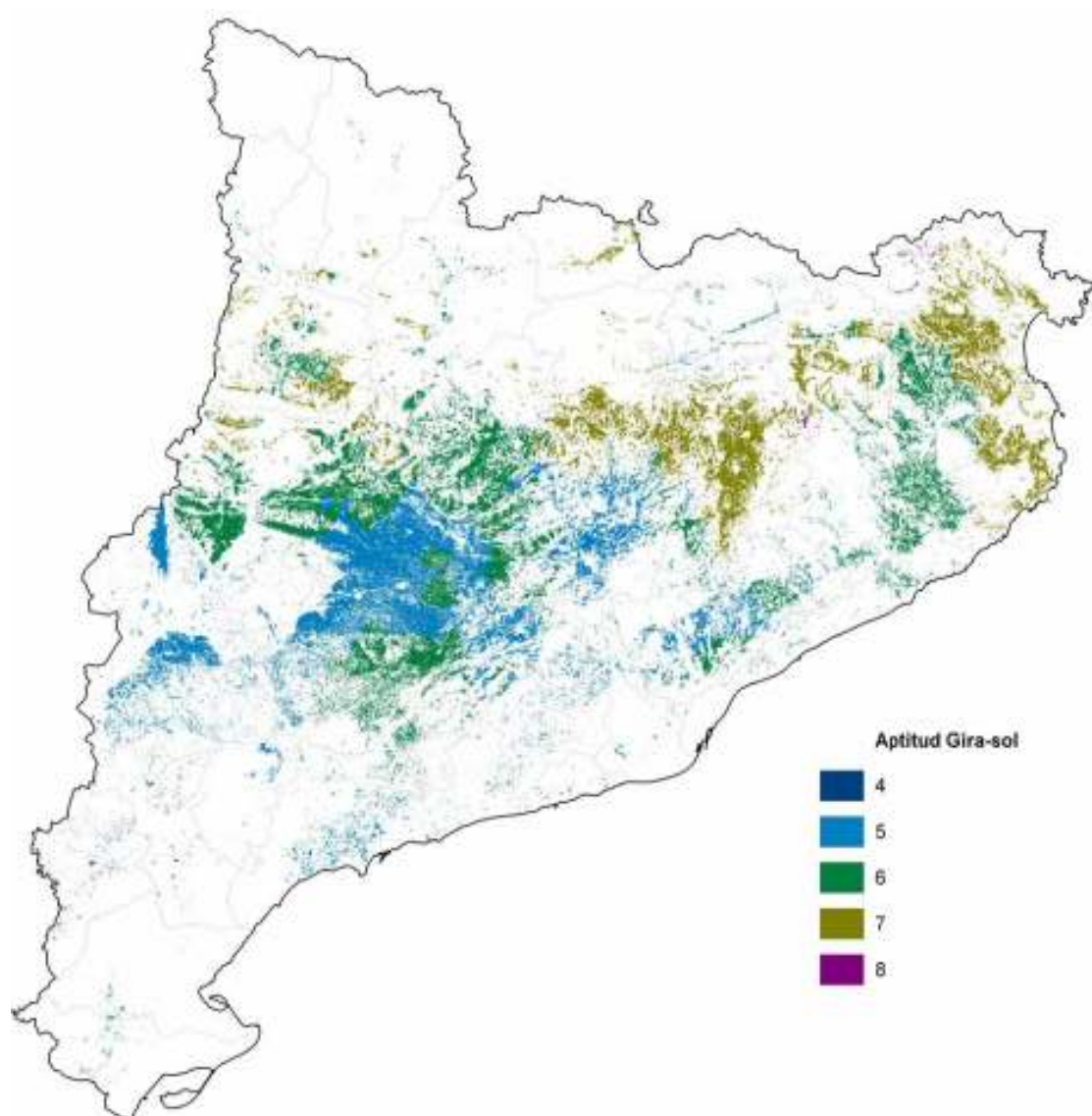
Sòl: No és molt exigent en sòl ja que no requereix sòls tan fèrtils com el del blat o la patata. L'interval òptim de pH es troba entre 5,7 i 8. Presenta baixa tolerància a la salinitat.

Rendiment:

Segons el Ministeri d'Agricultura, Pesca i Alimentació, el rendiment mitjà de la plantació de gira-sol és de 2500 kg de llavors per hectàrea conreada. Té un contingut en oli del 49%.

Estimant en un 75% el rendiment d'extracció (procés de premsat), cada hectàrea de cultiu proporciona uns 920 kg d'oli preparat per a ser utilitzat com a matèria primera del biodièsel.

La zona més adient pel cultiu del gira-sol es pot veure en el mapa següent:



Gràfic 20: Mapa de distribució del gira-sol. Font: Àmbit Rural, 2007.

2.2.3. Soja

Característiques botàniques

Família: Fabaceae

Gènere: Glycine

Espècie: Glycine max



Arrel: l'arrel principal pot arribar fins a un metre de fondària, encara que el normal es que no sobrepassi els 40-50 cm. En l'arrel principal o secundàries es troben els nòduls, en nombre variable.

Tall: rígid i erecte, adquireix altures variables de 0.4 a 1.5 metres. Sol ser ramificat. Té tendència a encamar-se, tot i que existeixen varietats resistents a la bolcada.

Fulles: són alternes, compostos, excepte les basals, que són simples. Són trifoliades amb els folíols oval-lanceolats. Color verd característic que es torna groc en la maduresa. Quedant les plantes sense fulles.

Flors: es troben en inflorescència racemosa axil·lars en nombre variable. Són papallonades i de color blanquinós, segons la varietat.

Fruit: és una baina de dos a set cm de longitud. Cada fruit conté de tres a quatre llavors.

Llavors: generalment és esfèrica, de la mida de un pèsol i de color groc. 100 llavors pesen de 5 a 40 grams, tot hi que les varietats comercials oscil·len de 10 a 20 grams. La llavor es rica en proteïna i olis. De aminoàcids essencials hi destaquen la lisina i la leucina.

Exigències del cultiu

Temperatura: les temperatures òptimes per al desenvolupament de la soja estan compreses entre els 20 i els 30 °C, sent les pròximes als 30 °C les més ideals. El

creixement vegetatiu de la soja és petit o quasi bé nul en temperatures inferiors al 10 °C, quedant frenat per sota dels 4°C. Es capaç de resistir glaçades de -2 a -4 °C sense morir. Temperatures superiors als 40 °C també provoquen un efecte no desitjat sobre la velocitat de creixement, causant danys en la floració i disminuint la capacitat de retenció de llegums.

Les temperatures òptimes per a la sembra són entre 15 i 18 °C i els 25 °C per a la floració.

És una planta sensible a la duració del dia, és una planta de dia curt, és a dir, per a segons quines varietats es fan necessàries unes determinades hores de llum, com a màxim i com a mínim.

Humitat: necessita al menys 300 mm d'aigua, en forma de rec quan es tracta de regadiu, o en forma de pluja en zones temperades i humides on les precipitacions són suficients.

Sòl: no és molt exigent en sòls rics en nutrients, per lo que sovint és un cultiu que s'utilitza com a alternativa per a aquells cultius poc fertilitzats i que no són aptes per a altres cultius.

Es desenvolupa en sòls neutres o lleugerament àcids; amb un pH de 6 a 7 s'aconsegueixen bons rendiments. És especialment sensible als entollaments del terreny, per lo que en els terrenys argilosos amb tendència a entollar-se no és gens aconsellable el seu cultiu. Si el terreny és pla ha de estar ben anivellat per a que el aigua no s'estanqui.

És una planta que requereix molta aigua, per lo que en els terrenys sorrencs cal regar-la amb freqüència. És una mica resistent a la salinitat, però poc.

2.2.4. Carxofera borda

Característiques botàniques

Família: Compositae.

Gènere: Cynara

Espècie: Cynara Cardunculus



Arrel: Sistema radicular pivotant profund, compost per diverses arrels principals originades a partir de l'arrel inicial, que pot assolir diversos metres. D'aquestes arrels en surten altres de secundàries que es desenvolupen horitzontalment i a diferents profunditats i, en els anys següents, de la perifèria de la base de l'arrel en surten gemmes de recanvi que donen lloc a noves plantes, cosa que fa que no se sembli anualment.

Tall: Pot assolir els 2,5 metres d'altura. El primer any, però, arriba a 1 metre.

Fulles: La carxofera borda desenvolupa una gran roseta de fulles molt dividides i de color grisenc amb espines al seu marge.

Flors: Quan floreix creix una tija que es pot aixecar més d'un metre i mig per sobre del terra, i a dalt es troben els capítols, grans amb flors blavoses, i armats amb unes grans espines.

Exigències del cultiu

Temperatura: En estats inicials de desenvolupament és molt sensible a les gelades, incrementant-se notablement la resistència a mesura que van tenint més fulles, així amb quatre fulles ja pot aguantar temperatures inferiors als -5°C .

Humitat: Pel que fa a les necessitats hídriques necessita 450 mm de pluja anual, sent més efectiva la pluja de primavera.

Sòl: Com tolera malament l'entollament, requereix sòls lleugers i profunds, de naturalesa calcària i que retinguin l'aigua en el subsòl.

Rendiment

La plantació del card Cynara Card. produeix 17 tones de biomassa humida , amb un 12 % d'humitat de terme promig i un PCI de 13,55 kJ/kg.

Les llavors representen un 8% del total de la biomassa produïda i tenen un contingut en oli del 25%. Tenint en compte que, com en el cas anterior, el rendiment del premsat és del 75%, la quantitat d'oli produïda per hectàrea és de 255 kg.

Produccions agràries d'oleaginoses del 2006:

Actualment les produccions de gira-sol, colza o soja, que podrien esdevenir un recurs energètic substitutiu del gasoil, van arribar a ser de 9.261 tn, 3.346 tn i 31 tn respectivament, a Catalunya a la collita del 2006, tal i com es pot observar a la taula següent.

Conreu	Superfície			Producció Tn
	Seca ha	Regadiu ha	Total ha	
Gira-sol				
Barcelona	572	2	574	235
Girona	2.731	1.939	4.670	8.129
Lleida	107	409	516	897
Tarragona	-	-	-	-
Catalunya	3.410	2.350	5.760	9.261
Colza				
Barcelona	1.129	19	1.148	1.572
Girona	491	59	550	705
Lleida	790	65	855	944
Tarragona	83	-	83	125
Catalunya	2.493	143	2.636	3.346

Soja				
	Ha secà	Ha regadiu	Ha totals	Producció (tn)
Barcelona	8	-	8	22
Girona	6	-	6	9
Lleida	-	-	-	-
Tarragona	-	-	-	-
Catalunya	14	-	14	31

TAULA 18. Font: DAR, IDESCAT, 2008.

Les produccions de card, no han estat comptabilitzades pels registres estadístics, ja que no té una finalitat comercial, actualment.

2.2.5. Blat

Característiques botàniques

Família: Poaceae

Gènere: Triticum

Espècie: Triticum durum (blat dur, molt resistent a la sequera i les malalties. Té el contingut més elevat en gluten)



Arrel: té arrel fasciculada, és a dir, amb nombroses ramificacions, les quals arriben en la seva majoria a una fondària de 25 cm, arribat algunes fins a un metre de profunditat.

Tall: El tall es una canya buida amb sis nusos que s'allarguen cap a la part superior entre 0.5 i 2 metres d'alçada, es poc ramificat²³.

Fulles: Les fulles del blat tenen una forma linearlanceolada (allargades, rectes i acabades en punxa) amb baina, lígula i aurícules ben definides.

Flors: La inflorescència es una espiga composta per un raquis (eix esglaonat) o tall central de entrenusos curts, sobre el qual van disposades de 20 a 30 espiguetes en forma alterna i laxa o compacte, portant cadascuna nou flors, la majoria de les quals avorta.

Gra: Els grans són cariòpsides que presenten formes ovalades amb els seus extrems arrodonits. El gra del blat conté una part de la proteïna que se li anomena gluten.

²³ Tot i que en els últims anys s'utilitzen varietats de menys alçada a causa de l'excedent de palla. (Àmbit Rural, 2007)

Exigències del cultiu

Temperatura: temperatura mínima de 3 °C i màxima de 30 a 33 °C, essent una temperatura òptima entre 10 i 25 °C

Humitat: Les necessitats d'aigua del conreu de blat són relativament modestes (450 -500 litres per una tona de matèria seca) i es pot conrear amb precipitacions anuals entre 300 i 800 litres, però té un període crític on no pot mancar l'aigua un més abans d'espigar.

Sòl: els millors sòls per al seu creixement han de ser profunds, fèrtils i lliures de inundacions. Amb un pH entre 5.5 i 7.5, en terrenys molt àcids és difícil un adequat creixement.

Rendiment

El rendiment del blat es pot determinar a partir de les pluges esperades:

Aigua útil en el sòl, a la sembra (prof. de 0- 150 cm.)		Rendiments possibles d'aconseguir	
Mm	Anys amb pluges mitjanes	Kg/ha	
		Anys de sequera	Anys humits
40	1330	250	2410
80	1730	520	3170
160	3780	2070	4680

Taula 19. Rendiments del blat segons la pluviositat. Font: www.infoagro.com

2.2.6. Ordi

Característiques botàniques

Família: Poaceae

Gènere: Hordeum

Espècie: Hordeum vulgare



Arrel: es fasciculada i en ella es poden identificar arrels primàries i secundàries. Les arrels es formen pel creixement de la radícula i desapareixen en la planta adulta, època en la qual es desenvolupen les arrels secundàries des de la base del tall amb diverses ramificacions.

Tall: és una canya buida que presenta de set a vuit entrenusos, separats per diafragmes. Els entrenusos son més llargs a mesura que el tall creix des de la regió basal. El nombre de talls en cada planta és variable, cada un dels quals presenta una espiga.

Fulles: estan formades per la baina basal i la làmina, les quals estan unides per la lígula i presenten dos prolongacions membranoses anomenades aurícules. Les fulles es troben insertades als nusos de tall.

Flors: La espiga és la inflorescència de la planta, es considera una prolongació del tall, la qual és similar a la de la resta de plantes gramínies.

Gra: El gra de la ordi és de forma ahusada, més gruixuda en el centre i disminuint cap als extrems. La closca de l'ordi (en els de tipus vestit), protegeixen el gra dels depredadors. Representen un 13% del pes del gra segons el tipus i la latitud de la plantació.

Exigències del cultiu

Temperatura: no es un cultiu gaire exigent amb el clima, però creix millor en els climes frescos i moderadament secs. Per a germinar necessita una temperatura mínima de 6 °C. Floreix als 16 °C i madura als 20 °C. Tolera molt bé les baixes temperatures, ja que pot arribar a aguantar fins a -10 °C. En climes on les glaçades són molt fortes, es recomana sembrar varietats de primavera, ja que aquestes comencen a desenvolupar-se quan ja han passat els freds més intensos.

Humitat: més resistent a la sequera que el blat,

Sòl: prefereix sòls fèrtils, però pot tenir bones produccions en sòls poc profunds i pedregosos, per tal de que no falti l'aigua al començament del seu desenvolupament. No li van gaire bé els terrenys argilosos i tolera bé els excessos de salinitat en el sòl. Els terrenys compactes tampoc li són favorables, ja que dificulten la germinació i les primeres etapes del creixement de la planta.

Els terres argilosos, humits i entolladissos són desfavorables per l'ordi, encara que s'hi pot obtenir un bon rendiment si es treballa força la terra i es conserva la humitat del sòl.

En quant al calci, es tracta d'un cultiu molt tolerable. Té un marge molt tolerable per als valors de pH. També és el cereal que té la tolerància més gran a la salinitat, sense que afecti al seu rendiment.

2.2.7. Blat de moro

Característiques botàniques

Família: Poaceae

Gènere: Zea

Espècie: Zea mays



Arrel: te tres tipus d'arrels, seminals, fins a sis arrels que poden sortir de la llavor; secundàries, que són les més importants i que surten d'un nu; i les arrels que surten dels nus de la base que ajuden a fixar la planta.

Tall: pot arribar a mesurar sis metres d'alçària, però normalment no arriba als dos metres.

Fulles: més grans i amples que la majoria de les gramínies, envolten la canya

Flors: flors masculines en una panícula i femenines en forma de panolla cilíndrica. Grans en cariopsi disposats en files. Cada fila pot variar entre vuit i trenta grans.

Exigències del cultiu

Temperatura: La sembra es fa quan la temperatura de terra supera els 10 o 12 graus (abans no germinaria). Cal un mínim de 19 graus de temperatura durant la floració.

Humitat: És conreu d'estiu i de regadiu en la climatologia mediterrània ja que coincideix les seves màximes necessitats d'aigua amb l'estiu. Necessita entre 250 i 350 litres d'aigua per Kg de matèria seca que produeix.

Sòl: s'adapta a molts tipus de sòls, però per a un desenvolupament òptim necessita sòls de consistència mitja, no li van bé els sòls argilosos i calcaris, però admet sòls sorrencs i fins hi tot, graves i cantells rodats. Sòls amb una bona retenció d'aigua, un correcte drenatge i càlids. El pH òptim està entre 6 i 7, tot hi que te capacitat per adaptar-se al pH, per sobre de 8 es desenvolupa molt malament.

Rendiment

En regadiu és el cereal de major rendiment i supera els 10.000 kg/Ha. En secà el rendiment és de uns 2500 kg/Ha.

Produccions agràries del 2006.

En el cas del blat, l'ordi i el blat de moro, a partir dels quals es podria produir bioetanol que substituís la benzina, aquest van tenir unes collites força significatives, com es pot veure a la següent taula:

Conreu	Superfície			Producció	
	Seca Ha	Regadiu Ha	Total ha	Gra Tn	Palla Tn
Blat					
Barcelona	15.976	479	16.455	42.172	20.098
Girona	8.983	4.555	13.538	32.529	33.595
Lleida	28.026	12.656	40.682	113.666	42.716
Tarragona	5.239	85	5.324	11.638	5.289
Catalunya	58.224	17.775	75.999	200.005	101.698
Ordi					
Barcelona	40.914	1.606	42.520	87.933	37.704
Girona	13.720	3.219	16.939	36.456	28.861
Lleida	95.646	12.755	108.401	238.448	119.241
Tarragona	12.671	670	13.341	37.485	7.295
Catalunya	162.951	18.250	181.201	400.322	193.101
Blat de moro					
Barcelona	1.872	689	2.561	8.597	-
Girona	1.946	6.708	8.654	87.410	-
Lleida	12	24.693	24.705	247.051	-
Tarragona	21	101	122	901	-
Catalunya	3.851	32.191	36.042	343.959	-

Taula 20. Produccions del 2006 Font: DAR (Abril 2008).

Aquestes produccions es donen sobretot a les zones de Lleida, les de secà són cerealístiques i el blat de moro es cultiva en regadiu.

2.3. RESUM DE LES CARACTERÍSTIQUES DE LES PLANTES SELECCIONADES PER L'ESTUDI.

CULTIU		TEMPERATURA			HUMITAT	SÒL			RENDIMENT CULTIU	RENDIMENT OLI O SUCRE		ZONA
		Ideal °C	Màx °C	Mín. °C	mm.	Tipus	pH	Salinitat	Kg/Ha Llabor o gra	Kg/Ha	% oli o sucre	
BIO D I È S E L	GIRA-SOL	21 – 24	30	13	Abundant primavera, escassa hivern	Argilós Arenós Ric en mat. Orgànica	5,7 - 8	No tolera	2.500	1.225	49	GIRONA
	COLZA			-3 (fins a roseta) -15	400 – 500, ben repartits	Qualsevol. Ideals: profunds, bon aireig i drenatge	5,5 – 7,7	Poca	2.500 – 2.700	1.050	42	SEMIFRESC ALS
	SOJA	20 – 30	40	-2	300	No és exigent en nutrients. No recomanat argilós i arenós.	6 - 7	Poca	1.100	187	17	FRESCALS REGADIUS LLEIDA
	CARXOFERA BORDA			-5 (fins a roseta)	450	Lleugers, profunds, de naturalesa calcària	alcalins	Poca	1.200	255 – 300	25	REGADIUS LLEIDA GIRONA
BIO E T A N O L	BLAT	10 – 25	33	3	300 – 400	Profunds i fèrtils, amb bon drenatge	5,5 – 7,5	Poca	S: 3.000 R: 7.500	1080 2.700	35	SEMI FRESCALS SEMIÀRIDES
	ORDI	6 – 20	30	-10	300 - 400	No compacte, ni argilós. Fèrtil. Poc ser poc profund i pedregós.	5,5 – 7,5	Tolera bé l'excés de salinitat	3.600	1.000	28	SEMI FRESCALS SEMIÀRIDES
	BLAT DE MORO	25 – 30	32	8	250-350	Profunds, bon drenatge, rics en mat. orgànica.	6-7	Poca	R: 10.000 S: 2.500	4.000 1.000	40	GIRONA FRESCALS REGADIUS LLEIDA

Taula 21. Resum de les característiques principals dels cultius seleccionats. Font pròpia amb les dades de www.infoagro.com; JARC, 2007; i DAR, IDESCAT, 2008.

2.3.1. Comentari sobre altres espècies vegetals, aptes per a la producció energètica.

Com ja s'ha anotat al principi d'aquest capítol, existeixen d'altres espècies vegetals que podrien ser més interessants per a la producció energètica que les seleccionades. El fet de no haver-les tingut en compte en aquest estudi radica principalment en el fet que no es cultiven ni creixen de forma silvestre al nostre territori a causa de les condicions climàtiques. Aquest és el cas de la jatrofa (*Jatropha curcas*) o de la canya de sucre (*Saccharum officinarum*), que no suporten les condicions de fred que es poden donar a l'hivern a la major part del territori (www.infoagro.com) .

Tampoc s'han tingut en compte les varietats modificades genèticament, pels efectes ambientals sobre els ecosistemes locals que es produeixen.

2.3.2. Resum de les diferents varietats seleccionades per l'estudi

En resum, en el cas de les oleaginoses, el gira-sol és l'espècie que té més rendiment energètic per a biocombustible, però es troba limitat per les condicions ambientals. Es produeix sobretot a la zona de Girona.

La colza té menys rendiment però podria cultivar-se a la majoria de zones de cultius herbacis, sempre hi quan es capaciti als agricultors perquè és un conreu molt tècnic. Actualment on més es cultiva és a les zones de secà de Barcelona.

El sostre de la producció d'aquest cultiu es calcula en 225.000 tones de gra anual, i una quantitat d'oli cru de 106.000 tones (*Àmbit Rural, 2007*).

En tercer lloc, la soja i el card tenen menys rendiment energètic, i estan menys instaurats al nostre país. En el cas del card, no es cultiva però creix de forma silvestre a molts llocs de Catalunya.

En el grup de les plantes productores de sucres, l'espècie que més rendiment té és el blat de moro de regadiu, que es cultiva sobretot a les zones de regadiu de Lleida. De totes maneres, qualsevol espècie incrementa la seva producció en passar de secà a

regadiu. En quant al blat i l'ordi, aquests es cultiven habitualment a zones més seques de Lleida, i de fet Catalunya centra la seva producció agrària en cereals, sobretot ordi (*Àmbit Rural*, 2007).

2.3.4. Efecte de la producció energètica sobre la producció alimentària.

El fet de derivar producció agrícola pel mercat energètic pot tenir efectes sobre el mercat alimentari com ja s'ha comentat a l'anterior capítol. Però a Catalunya actualment s'importa casi 5 vegades més el cereal que es produeix i cap a 100 vegades més les oleaginoses produïdes a Catalunya (*Àmbit Rural*, 2007). Per tant, ja de per sí som importadors nats de productes agrícoles. El fet de produir part dels biocombustibles de forma local pot fer que s'incrementin les importacions de productes alimentaris, però realment el que passarà és que simplement s'importin més productes destinats al mercat energètic.

Producte	Producció (tn)	Importació (tn)	Percentatge
Cereals	1.400.000	4.900.000	22%
Oleaginoses	20.500	2.000.000	1%

*Taula 22: Relació entre producció i importació de productes agrícoles.
Font: ÀMBIT RURAL, 2007*

Aquesta característica, per sí sola, mostra una agricultura molt poc autosuficient i vulnerable respecte a alteracions dels mercats i conflictes amb els proveïdors externs, denotant una seguretat alimentària baixa, en aquests termes de producció local.

Enguany i degut al preu del cereal, les hectàrees dedicades als productes oleaginosos han caigut gairebé a la meitat, per a la producció cerealística. Però també cal veure quins efectes ha tingut la sequera que han patit les comarques de la Terra Ferma.

2.3.5. Subproductes obtinguts.

A part de la utilització de les llavors per produir biocombustibles, d'aquests conreus es poden aprofitar diversos productes secundaris com ara la palla (la matèria cel·lulòsica) i el tortó o la "vinaza" com a restes de la premada i de la fermentació. Cal tenir en compte que el preu d'aquests subproductes poden incrementar notablement la rendibilitat dels conreus energètics.

La palla la obtindrem dels cereals, les principals aplicacions d'aquesta són:

- Com a llit per als animals, formant així la base dels fems.
- Com a aliment per al ramats, per als rumiats, que són els que poden digerir la cel·lulosa continguda a la palla.
- Reincorporació en el terreny, com a protecció de la capa humida del sòl, i ajudant així a la recuperació de matèria orgànica en el sòl (mulching).
- Com a font d'energia a calderes o centrals de producció elèctrica.
- En bioconstrucció.
- Com a font de cel·lulosa per a fabricar paper.
- Com a font de biocombustible de segona generació: fer etanol a partir de cel·lulosa.

La producció de palla depèn de l'espècie estudiada, però com a promig, per cada hectàrea de cereal de secà de la província de Lleida aproximadament s'obté una tona de palla. (DAR, IDESCAT 2008). En canvi, d'altres dades reporten 3,8 tn de palla per hectàrea de blat; 3,5 tn per hectàrea d'ordi i 5 tn per hectàrea de cànem. (Gil, 2006) tot i que aquestes dades són pròpies de regadiu.

Espècies com ara la carxofera borda, pot arribar a una producció de 15 tn de matèria vegetal per hectàrea. (Pasqualino, 2007)

Cultiu	Blat	Ordi	Cànem (regadiu)	Carxofera borda.
tn de palla /ha.	1 (3.8 a regadiu)	1 (3.5)	5	15

*Taula 23 Producció de palla de diferents cultius.
Font: DAR, IDESCAT, 2008; Gil, 2006; Pasqualino, 2007.*

Lamentablement la utilització de la palla no té tanta sortida com en d'altres països on el mercat de la bioconstrucció o de la producció energètica (calderes o centrals de biomassa) està més evolucionat. Però si que es ven com a jas animal.

En quant al tortó, aquest és obtingut de la molturació de la soja, el gira-sol i la colza per a la producció d'oli. El tortó es pot fer servir com a menjar per als animals, ja que encara conté nutrients. El seu preu al mercat, al substituir al cereal en la dieta animal, és d'aproximadament 210 - 330 €/tn.

Aquest és un dels punts a tenir en compte: la producció local de l'oli deixa un stock de tortó molt valuós per a l'alimentació animal de les granges de la zona, tot reduint la pujada de costos als ramaders i aprofitant un recurs local. Es tanca el cicle de l'agricultura de forma local.

En quant als residus de la fermentació alcohòlica, els pinsos o DDGS, com ja s'ha comentat anteriorment poden constituir part de l'alimentació animal, tot i que no és tolerat per totes les espècies: si ho és en el cas del vacú, però no en el cas del porcí i l'aviram, que són les principals campanyes a Catalunya (*DAR, IDESCAT 2008*).

2.3.6. Impactes ambientals.

Tot i que aquest estudi es centra en la productivitat agrícola, cal veure les implicacions que pot tenir l'increment de superfície dedicada a conreus com ara el gira-sol i el blat de moro de regadiu.

A la taula següent es mostren alguns paràmetres (en el cas italià)

DEMANDA		Blat de moro	Gira-sol
Massa equivalent de petroli / unitat de producte	g/g	0,09	0,24
Fertilitzants i pesticides / u.p.	g/g	0,04	0,15
Intensitat de materials geòtics	g/g	1,73	5,33
Intensitat de materials biòtics	g/g	0,09	0,31
Intensitat d'aigua	g/g	1.238,2	1.128,74
Erosió del terra	g/g	2,26	7,82
Treball i servei /u.p.	Hores/kg	0,003	0,015
Demanda de sòl/u.p.	m ² /kg	1,32	4,55
Cost / u. p.	\$/kg	0,16	0,13

Taula 23 Principals fluxes d'energia i materials per alguns cultius energètics.

Font: Giampietro i Ugliati, 2005, extret de Di Donato, 2008..

Es tracta d'una agricultura intensiva de regadiu, que requereix uns inputs força importants. A Catalunya, la màxima producció és de cereal, a semifrescals i zones àrides i semiàrides del centre.

C3 ESTUDI DE PRODUCCIONS AGRÍCOLES I ENERGÈTIQUES.

Els objectius d'aquest estudi són els de veure la viabilitat de producció de biocombustibles a Catalunya. En aquest sentit, s'han dictaminat polítiques a nivell europeu i català, sobretot pel que fa referència a cobrir unes quotes de mercat dels combustibles. Llavors, aquestes quotes es podrien cobrir amb la producció local?

En primer lloc s'estima si es pot arribar a produir el total del consum energètic en transport a Catalunya. Es desestima el consum dels avions, els trens i els metros.

En segon lloc s'estima si es pot arribar a produir els objectius del Pla de l'Energia de Catalunya, és a dir, el 18 % del gasoil i el 5 % de la benzina.

En tercer lloc, com que la Unió Europea vol imposar el 10 % de quota de mercat, es calcula quin grau de compliment es pot assolir amb la producció agrícola i el consum a Catalunya.

En quart lloc, sovint es parla de la possibilitat que una mateixa explotació es generi el seu gasoil agrícola. Es procedeix a fer el càlcul amb les mitjanes de tot el país, a nivell general.

En cinquè lloc, es comparen els costos i la productivitat dels biocombustibles amb una altra font d'energia renovable com ara la solar fotovoltaica.

I en sisè lloc, es procedeix a realitzar un estudi en sentit contrari. És a dir, amb la producció segons uns criteris de sostenibilitat, saber quin és el volum de vehicles que es podrien alimentar.

Abans, però, i amb l'ànim d'establir unes referències que permetin fer-se una relació de potencials de producció, a continuació es mostren algunes dades de producció agrícola transformades en biocombustibles (Oli Vegetal Pur, Biodiesel i Bioetanol) ²⁴.

²⁴ Exemple d'equivalència en km de la producció energètica d'una hectàrea.

La productivitat agrícola està indicada amb el valor que proposa l'IDAE i la mitja de les productivitats de Catalunya (entre parèntesi) per l'any 2006 (DAR, IDESCAT, 2008).

OVP

Cultiu	Productivitat agrícola (tn gra/ha)	Litres OVP/ha	Km recorreguts/ha
Colza	2,7 (1,27)	990 (466)	13.889 (6.533)
Gira-sol	2,5 (1.6)	1332 (852)	20.141 (12.890)
Soja	1,1 (2.2)	203 (407)	3.059 (6.118)
Card	1,2	326	4.121

BIODIESEL

Cultiu	Productivitat agrícola (tn gra/ha)	Litres BD/ha	Km recorreguts/ha
Colza	2,7 (1,27)	959 (451)	14.093 (6.629)
Gira-sol	2,5 (1.6)	1.308 (837)	19.376 (12.401)
Soja	1,1 (2.2)	201 (401,5)	2.958 (5.916)
Card	1,2	322	4.745

BIOETANOL

Cultiu	Productivitat agrícola (tn gra/ha)	Litres BE/ha	Km recorreguts/ha
Blat	3 (2,6)	1.110 (962)	10.091 (8.746)
Ordi	3,6 (2,2)	1.134 (693)	10.309 (6.300)
Blat de moro	2,5 (4)	913 (1.460)	8.296 (13.273)
Blat de moro (regadiu)	10 (10,2)	3.650 (3.723)	33.183 (33.847)

Taula 24. Equivalència de la producció agrícola en Km recorreguts. Font: Elaboració pròpia.

Com es pot observar, la variabilitat de la producció energètica depèn molt del tipus de cultiu, més que del tipus de biocombustible, ja que els resultats de l'OVP i del biodiesel són força similars per al mateix cultiu. Els OVP tenen una mica més de rendiment energètic per hectàrea (excepte en el cas de la colza) i el que més producció energètica presenta és el gira-sol.

En quan als bioetanols, el més productiu és el blat de moro de regadiu²⁵.

²⁵ Per veure els càlculs, anar a la Figura 23 de l'Annexe.

Supòsits de l'estudi²⁶:

A continuació s'exposen algunes consideracions que s'han seguit a l'hora de fer les estimacions:

- Superfície de Catalunya: 3.227.303 ha (*IDESCAT, 2008*)
- Superfície de conreu any 2006: 817.031 ha (*DAR, IDESCAT, 2008*)
- Superfície de conreu màxima des del 1995: 877.297 (1997) per establir les terres de retirada (60.266 ha) i sumar-les a la superfície agrícola del 2006. (*DAR, IDESCAT, 2008*)
- Totes estan en perfecte estat de producció i assoleixen la mitja de Catalunya.
- No es té en compte la diferent qualitat dels combustibles segons el cultiu energètic.
- Consum mitjà per vehicle = 1,0851 tep (dada relativa al 2006 – *ICAEN, 2008*)
- Es fa servir com a dada de consum de referència 6,5 litres / 100 km en el cas del gasoil (que correspon a un Toyota AVENSIS VERSO D-4D MAN 6/7 AS SOL -115 cv). (*IDAE, 2006*)
- En el cas dels vehicles de benzina es fa servir el consum de referència de 7,5 litres /100 km (que correspon a un Toyota COROLLA VERSO 1.8 LUNA/SOL MMT -129 cv.) (*IDAE, 2006*)
- km de promig per vehicle = 17.541 km (1,085 tep/vehicle any 2006, ICAEN i mitja dels vehicles de referència)
- Les produccions i superfícies fan referència a les dades reals obtingudes del DAR, i corresponen a l'any 2006, excepte les àrees de guaret (any 2005).
- El parc automobilístic fa referència a l'any 2006 (*IDESCAT 2008*)
- El consum energètic fa referència a l'any 2006 (*ICAEN, 2008*) però només es té en compte el dels automòbils (extraient el dels trens, metros i avions, entre d'altres)
- La producció actual de biodiesel de les plantes catalanes suma unes 86.000 tn (82,56 ktep) (*Associació Catalana del Biodiesel*).

²⁶ A l'Annexe es poden trobar els diferents càlculs que s'han realitzat per fer les estimacions. Figures de la 23 a la 32.

PUNT 1: Cobrir tota la demanda del transport de Catalunya.

Per disposar d'una primera referència, es calcula la producció de biocombustibles necessària per cobrir tota la demanda dels combustibles dels automòbils. El consum de gasoil va ser de 3.907,2 ktep (76,1 %) i el de benzina, 1.227,2 ktep (23,9 %) a l'any 2006 (ICAEN butlletí, desembre 2007).

Es fan servir produccions promitges de Catalunya²⁷ considerant vàlid tot el territori per al cultiu. S'ha descomptat la producció de biodiesel que es produeix a partir d'oli reciclat i que es valora en 86.000 tones²⁸.

Objectiu	ktep	Biocombustible	% Catalunya	% conreus 2006	% conreus 1997
100 % Gasoil	3.907,20 ²⁹	OVP Gira-sol	159,5	629,8	586,6
		OVP Colza	314,6	1.242,7	1.157,3
		OVP Soja	336,0	1.327,0	1.235,9
		BD Gira-sol	165,7	654,7	609,7
		BD Colza	310,1	1.224,7	1.140,6
		BD Soja	347,4	1.372,4	1.278,1
100 % benzina	1.227,2	BE blat	77,1	304,5	283,6
		BE ordi	108,3	427,6	398,2
		BE blat de moro secà	51,38	202,96	189,02
		BE blat de moro regadiu	20,2	79,6	74,1
Total	5.134,4		179,6	709,4	660,7

Taula 25. Resultats de Superfície necessària per cobrir el 100 % del consum dels vehicles.

Per cobrir tota la demanda de biocombustibles faria falta la producció de 1,8 vegades Catalunya o 6,6 vegades totes les terres de conreu (comptant també les terres de retirada), en el millor dels casos estudiats.

Els majors rendiments (energia / ha) s'obtenen en el cas del OVP de gira-sol i en el del BE de blat de moro de regadiu.

²⁷ Figures 24 i 25 de l'Annexe.

²⁸ Segons l'Associació Catalana del Biodiesel (ACB).

²⁹ A aquesta dada se li resta la producció 86.000 tn d'oli reciclat (que equival a 82,56 ktep) de les empreses Catalanes actuals.

PUNT 2: cobrir el 18 % del gasoil i 5 % de la benzina (PEC-2015).

Per tal de complir els objectius del Pla de l'Energia de Catalunya, que marca una quota de biocombustibles del 18 % en el cas del gasoil i del 5% en el cas de la benzina, es fa una estimació de les necessitats de superfície agrícola destinada als cultius energètics.

Objectiu	ktps	Biocombustible	% Catalunya	% conreus 2006	% conreus 1997
18 % gasoil	703,3 ³⁰	OVP Gira-sol	25,9	102,2	95,2
		OVP Colza	51,1	201,7	187,8
		OVP Soja	54,5	215,4	200,6
		BD Gira-sol	26,9	106,3	99,0
		BD Colza	50,3	198,8	185,1
		BD Soja	56,4	222,7	207,4
5 % benzina	61,36	BE blat	3,9	15,2	14,2
		BE ordi	5,4	21,4	19,9
		BE blat de moro secà	2,6	10,1	9,5
		BE blat de moro regadiu	1,0	4,0	3,7
Total	764,7		26,9	106,2	98,9

Taula 26. Resultats de Superfície necessària per cobrir els objectius del PEC.

Per tal d'arribar a l'objectiu, caldria ocupar el 26,9 % de Catalunya o casi la totalitat de totes les terres de conreu, en el millor dels casos estudiats (Producció d'OVP de gira-sol i de BE de blat de moro de regadiu)³¹.

³⁰ A aquesta dada, se li resta la producció de 86.000 tn d'oli reciclat (que equival a 1,43 tep) de les empreses Catalanes actuals.

³¹ Cal recordar que els objectius del PEC calculen una producció de 785 ktep en el cas del gasoil i 58.7 ktep en la benzina, per l'any 2.015. Aquí s'ha fet l'anàlisi pel 2006. Veure les Figures 26 i 27 de l'Annexe.

PUNT 3: cobrir el 10 % de tota la demanda (UE-2020).

En el cas d'assolir l'objectiu marcat per la Unió Europea en el 2.020 s'ha realitzat a la següent simulació.

Objectiu	Ktaps	Biocombustible	% Catalunya	% conreus 2006	% conreus 1997
10 % gasoil	390,72 ³²	OVP Gira-sol	12,8	50,7	47,3
		OVP Colza	25,3	100,1	93,3
		OVP Soja	27,1	106,9	99,6
		BD Gira-sol	13,4	52,8	49,1
		BD Colza	24,98	98,68	91,90
		BD Soja	28,0	110,6	103,0
10 % benzina	122,72	BE blat	7,7	30,5	28,4
		BE ordi	10,8	42,8	39,8
		BE blat de moro secà	5,1	20,3	18,9
		BE blat de moro regadiu	2,0	8,0	7,4
Total	513,44		14,9	58,7	54,7

Taula 27. Resultats de Superfície necessària per cobrir els objectius de la UE.

D'aquesta manera, complir els objectius comunitaris suposaria la producció del 14,9 % de les terres de Catalunya o del 54,7 % de les terres de conreu i de retirada³³.

³² Valor equivalent al 10 % de la demanda del 2006. S'ha restat la producció de biodiesel a partir d'oli de cuina usat (86.000 tn d'oli reciclat, que equival a 82,56 ktap) de les empreses Catalanes actuals.

³³ Veure els càlculs a les Figures 28 i 29 de l'Annexe.

PUNT 4: Cobrir el gasoil agrícola.

Malgrat els altres resultats, seria viable que l'agricultura s'autoabasteixi (només per la maquinària agrícola) amb una producció raonable de biocombustibles a escala de Catalunya?

Objectiu	KtEPS	Biocombustible	% Catalunya	% conreus 2006	% conreus 1997
100% gasoil agrícola	384,85 ³⁴	OVP Gira-sol	16,0	63,4	59,0
		OVP Colza	31,7	125,0	116,5
		OVP Soja	33,8	133,5	124,4
		BD Gira-sol	16,7	65,9	61,4
		BD Colza	31,2	123,2	114,8
		BD Soja	35,0	138,1	128,6

Taula 28. Resultats de Superfície necessària per cobrir el 100 % de la demanda de maquinària agrícola.

En aquest estudi, es pot comprovar que l'autoproducció de combustible suposaria una ocupació entre el 63,4 % i el 138,1 % de les terres cultivades el 2006 o entre el 59,0 % i el 128,6 % de les terres de conreu més les terres de retirada (que equival a les terres de conreu del 1997). El millor producte seria el OVP de gira-sol i el de menor relació el BD de soja³⁵.

³⁴ Per considerar l'autoproducció pel sector agrícola, no s'ha tingut en compte la producció de biodiesel a partir de l'oli de cuina usat.

³⁵ Veure els càlculs a les Figures 30 i 31 de l'Annexe.

PUNT 5: Comparativa amb sistemes d'Energia Solar Fotovoltaica.

El desenvolupament dels biocombustibles esdevindrà el major esforç en energies renovables a Catalunya, segons el Pla de l'Energia de Catalunya. Per tant, és important fer alguna comparativa amb d'altres fonts energètiques renovables. En aquest cas s'ha escollit l'energia solar fotovoltaica.

Primer s'ha calculat la superfície productiva que caldria per diferents consums energètics (energia elèctrica, transport i total).

	GWh/any (2006)	Potència FV (MWp)	Superfície necessària FV	% Catalunya	% Terres de conreu
Consum Energia elèctrica	46.123,9	35.479,9	70.959,8 ha. (26.6x26.6 km)	2,2%	8,7%
Consum final Transport	71.105,0	54.696,2	109.392,3 ha. (33.1x33.1 km)	3,4%	13,5%
Consum total Energia final	183.722,8	141.325,3	282.650,5 ha. (53.2x53.2 km)	8,8%	34,8%

Taula 29. Resultats de les estimacions de producció amb energia solar fotovoltaica (FV).

En aquest quadre es pot veure que es podrien cobrir totes les necessitats del transport amb el 3,4 % de Catalunya o el 13,5 % de les terres de cultiu (2006). Aquesta superfície equivaldria a un quadrat de 33,1 km de costat.

Però el que és més interessant és que es podrien cobrir totes les necessitats energètiques del país amb el 8,8 % de la superfície de Catalunya (un quadrat de 53.2 km de costat)³⁶. I seria interessant ocupar les teulades industrials, agroramaderes, dels equipaments públics, les teulades de les cases, etc. És a dir, produir on hi ha el consum i sense ocupar espais útils.

Aquest fet és degut a que l'energia fotovoltaica és més eficient en termes de producció d'energia per superfície que no pas els biocombustibles com es pot observar en la següent taula (segons dades de producció agrícola de l'IDAE).

³⁶ Veure Figura 32 de l'Annexe.

Biocombustibles	Tep/ ha i any ³⁷
BE blat de moro regadiu	1,9
Oli Gira-sol	1,2
BD Gira-sol	1,1
BD Colza	0,8
Oli Colza	0,8
BE ordi secà	0,6
BE blat secà	0,6
BE blat de moro secà	0,5
BD Card	0,3
oli de Card	0,2
Oli Soja	0,2
BD Soja	0,2
Fotovoltaica	52,6

Taula 30. Producció energètica per hectàrea.

En aquesta taula Es pot comprovar que el cultiu més productiu en energia és el blat de moro de regadiu, però que es troba 27,7 vegades per sota de la producció fotovoltaica.

Cal recordar que la fotosíntesi té un rendiment aproximat de l'1 % i que la cèl·lula fotovoltaica de silici policristal·lí arriba per sobre del 15 % (ICAEN, 2.002).

I llavors, per què no es fomenta més la fotovoltaica que els biocombustibles? A continuació es procedeix a fer una estimació dels costos de producció energètica a partir de biocombustibles i a partir de fotovoltaica. En aquest cas només s'han analitzats tres biocombustibles que podrien ser els més extensos a tota la zona de Catalunya. Els resultats són els següents:

Biocombustibles				€ per ha i any			€ per tep i any		
	Product. (tn/ha)	kg biocom	tep	cost ³⁸	ingressos ³⁹	benefici	cost	ingressos	benefici
Colza (OVP)	2,7	891	0,8	688	846	158	860	1.057	197
Colza (BD)	2,7	846,45	0,8	751	1.236	485	924	1.522	597
Ordi secà (BE)	3,6	1134	0,6	835	1.729	893	1.453	3.007	1.554
Fotovoltaica			52,6	90.000	292.500	202.500	1.711	5.561	3.850

Taula 31. Resultat de les estimacions dels costos de producció energètica.

³⁷ Càlcul fet a partir de les dades de producció d'una hectàrea segons IDAE, aplicant les conversions de la Figura 33 de l'annexe.

En el cas de la fotovoltaica s'ha considerat la producció anual de 1.300 kWh/kWp instal·lat i una ocupació de 20 m² / kWp instal·lat. (segons ICAEN). Per hectàrea s'instal·larien 500 kWp que produirien 650.000 kWh (que equival a 52,6 tep)

³⁸ El cost s'ha estimat per aquest estudi amb una relació a partir del preu del producte agrícola. Per exemple, els OVP tenen un 10 % més de cost, els biocombustibles i els bioetanol, un 20 i un 25 % més, respectivament. Però no tenen en compte els costos de construcció ni manteniment de la planta productora. Els costos de la fotovoltaica s'han calculat a partir de paràmetres de mercat segons l'empresa Aplicacions Solars SL, i són referits a la planta fotovoltaica instal·lada i en producció.

³⁹ Els ingressos es calculen a partir de les dades de l'empresa Bioteruel (abril, 2008) a un preu de l'oli de 950 €/tn. Mentre que el preu del biodiesel i el preu del bioetanol estan referits al preu del gasoil i la benzina (1,3 i 1,25 –abril, 2008). Per tant, si l'oli substituís al gasoil, l'ingrés seria de 1.301 €.

Com s'observa en aquesta estimació, tot i que la fotovoltaica pugui donar més beneficis amb les tarifes actuals, el seu cost és molt elevat, de l'ordre del doble del que costaria cada unitat energètica que el OVP o el Biodiesel de colza. Però en comparació amb el BE d'ordi té un cost només un 20 % més elevat.

Per tant, els biocombustibles produeixen poca quantitat d'energia per ha, però a un cost relativament baix per unitat d'energia.

I per acabar, només apuntar que ambdues fonts energètiques es troben "subvencionades"⁴⁰ per l'estat, ja que la fotovoltaica rep una prima per KWh produït i els biocombustibles són exempts de l'impost d'hidrocarburs.

⁴⁰ En aquesta prima hi ha el concepte de compensació pel benefici ambiental que produeixen. En definitiva, totes els recursos energètics estan subvencionats, ja que el petroli no paga per les externalitats que provoca en el medi ambient.

PUNT 6: Parc automobilístic amb producció sostenible local.

En aquesta última estimació es pretén establir un parc automobilístic abastit per una producció local “sostenible”. Tot i que els supòsits en que es basa l’anàlisi són molt discutibles, únicament s’intenta aconseguir una visió aproximada.

En quant a l’ús de les terres de conreu i les terres de retirada, es fa servir una porció d’aquestes per a dedicar-les als cultius energètics.

Categoria de terres de cultiu	% de terres dedicades a la producció energètica
Cereals	25 %
Guaret	75 %
Terres de retirada	75 %
Farratges	50 %
Conreus industrials	75 %

Taula 32. Criteris d'ocupació de terres per a la producció energètica.

I dintre de cada categoria, s'estableixen els següents conreus, tot intentant disminuir la proporció de monocultius (excepte en el cas dels conreus industrials, on el gira-sol està molt implantat). També s'han escollit els cultius que poden ocupar més superfície de Catalunya pels seus requeriments d'aigua, temperatura i condicions de sòl (la colza, la soja, l'ordi, el card, el gira-sol). S'han tingut en compte la seva productivitat per província.

Categoria de terres de cultiu	Criteri repartiment de cultius					
Cereals	Colza	50%	Soja	25%	Ordi	25%
Guaret	Colza	50%	Card	25%	Ordi	25 %
Terres retirada	Colza	50 %	Card	25 %	Ordi	25%
Farratges	Colza	75%	Soja	25%		
C. industrials	girasol	100%				

Taula 33. Criteris de varietat de cultius energètics.

Els resultats obtinguts mostren la quantitat d'energia obtinguda per cada província, els vehicles que això suposaria (segons la mitja de consum de Catalunya al 2006) i el percentatge de vehicles que representa del total de cada província⁴¹.

⁴¹ Veure les Figures 34 a 38 de l'Annexe.

	Tep (produïdes)	nº vehicles	% parc actual.
Barcelona	17.094,17	15.753	0,5%
Girona	15.991,29	14.737	2,7%
Tarragona	7.731,19	7.125	2,4%
Lleida	38.065,31	35.080	6,9%
Catalunya	78.881,96	72.696	1,5%

Taula 34. Energia produïda i parc automòbil sostenible.

Com es pot observar, Lleida seria la província que més producció tindria (al ser la més productora de Catalunya) i en relació a la seva flota de vehicle únicament podria alimentar al 6,9 %.

En el total de Catalunya, el nombre de vehicles abastits pels biocombustibles locals seria de 72.696, que representaria el 1,5 % del total de la flota.

Una vegada traduïda l'aportació de la producció dels biocombustibles locals, encara es pot incrementar l'eficiència del sistema tot integrant dues variables:

- Canvis en el model de mobilitat que fan disminuir les distàncies recorregudes pels vehicles de la mitjana de 17.541 km a 5.000.
- Millores en l'eficiència dels vehicles, que podrien consumir un 25 % menys d'energia.

Segons aquestes hipòtesis, aquest model de flota alimentada amb biocombustibles locals podria arribar als 340.041 vehicles, cosa que representa el 7,2 % de la flota de Catalunya⁴². Aquesta flota podria assimilar-se als turismes de la província de Girona (370.007 turismes, al 2.006)⁴³

D'altra banda, si només es fessin servir aquests biocombustibles, caldria que la ratio de persones per vehicle s'incrementés de 1,51 (2006) a 20,98.

⁴² Veure la Figura 37 i 38 de l'Annexe.

⁴³ Veure les Figures 18 i 19 de l'Annexe.

	Vehicles	% Parc 2006	Persones per vehicle
Hipòtesi	340.041	7,2%	20,98
Any 2006	4.731.675	100%	1,51

Taula 35. Resultats de la simulació de parc sostenible amb la producció local.

En el model de transport i mobilitat actual, la ratio de km per cada persona és de 11.694 km/any, tot comptant que aquest consum no té en compte avions, trens o metros.

I en quant al consum del sector transport per persona (0,7196 Tep/persona, segons ICAEN) aquest equival a un consum de 8.328,7 kWh/any. La qual cosa podria significar la producció anual de 6,4 kWp de fotovoltaica o el consum d'una bombeta de 100 W encesa 3.470 dies sense parar.

C4 ESTUDI DE VIABILITAT D'UN PROJECTE D'ESCALA LOCAL

Com ja s'ha pogut observar, l'aportació dels biocombustibles produïts localment en el consum energètic del transport és poc important, a nivell de tota Catalunya.

En canvi, si es fa una aproximació a una escala més petita, dintre del món agrícola, es pot veure que les possibilitats de viabilitat dels cultius energètics per al seu ús com a combustibles s'incrementen de forma notable.

El model analitzat és el d'una cooperativa hipotètica que disposa de 400 ha. de colza, a la zona de semifrescals o regadiu de Lleida.

Cal entendre que aquestes 400 ha de colza són part d'una rotació de cultius per tal de no esgotar la terra i facilitar l'increment de cereals al següent any.

Aquesta cooperativa disposa també d'una estació de premsatge i filtratge per a la producció d'oli i l'obtenció de tortó com a subproducte. Aquest cas és força comú a Alemanya, on hi ha unes 1.000 unitats extractores, i és un model que intenten fomentar l'associació Via Campesina i l'empresa Petrobras, al Brasil, a través de cooperatives com ara Cooperbio, que compta amb 25.000 famílies i que produeix cada dia uns 400.000 litres d'oli de diverses llavors (*extret de www.mst.org.br*).

La producció d'oli es fa servir com a combustible (OVP) per a la flota de vehicles relacionats amb el sector, que funcionen amb gasoil A (que no està subvencionat) i que es comercialitza a 1,3 €/litre (Abril 2008). Poden ser vehicles de transport de mercaderies o vehicles dels propis cooperativistes i sumen un total de 100.

Per fer l'estimació de la viabilitat, s'ha considerat un preu de venda de l'oli a 0,85 €/litre (*Guiu, 2006*), preu que competeix amb el del sector alimentari o amb el de la producció de biodiesel per empreses de fora de la cooperativa.

A continuació s'exposa el balanç econòmic de la instal·lació⁴⁴.

⁴⁴ Font: Elaboració pròpia a partir de les dades extretes en una entrevista amb en Ricard Guiu, a l'Abril de 2008.

4.1. Estudi econòmic.

Costos de la maquinària per produir Oli Vegetal Pur (OVP)	
Concepte	Total
Prensa Strähle SK 130/3	24.390 €
Filtre automàtic	26.000 €
Quadre de control	750 €
Filtre fi qualitat DIN	2.300 €
Mà d'obra muntatge	3.000 €
Material fungible muntatge	1.000 €
Dipòsits per acumular oli	5.000 €
Construcció local	30.000 €
TOTAL	92.440 €
preu màquina per ha	231,1 €

Taula 36. Resultats de la simulació dels costos d'inversió.

Es podria fer la simulació aprofitant un dels locals existents de la cooperativa per a reduir els costos.

Costos d'operació i manteniment anuals	
Concepte	Total
Operaris	4
salari	20.000 €
total salaris	80.000 €
Manteniment	600 €
electricitat i aigua	3.000 €
TOTAL	83.600 €
cost/ha	209 €

Taula 37. Resultats de la simulació dels costos d'operació i manteniment.

La unitat extractora està operativa un total de 340 dies l'any, en cicle continu. En aquest cas, també es pot disminuir el cost, si la tasca dels operaris no se centra exclusivament en el procés.

A continuació s'exposen els costos de la modificació dels vehicles que faran servir el combustible. Aquesta modificació implica la instal·lació d'una resistència amb termosta, un filtre, un intercanviador de calor, electrovàlvules, etc. S'ha escollit un

preu de kit de gama alta. Tanmateix, els costos es podrien reduir aprofitant el factor d'economia d'escala (100 vehicles). I es dona el fet que aquestes modificacions les podrien realitzar els mecànics de la comarca i reinvertir els beneficis a la mateixa zona.

Costos de la modificació dels motors per anar amb oli	
Concepte	Total
Kit d'adaptació	4.000 €
mà d'obra	300 €
Total/vehicle	4.300 €
nº vehicles	100
TOTAL flota	430.000 €
cost/ha	1.075 €

Taula 38. Resultats de la simulació dels costos de modificació dels vehicles.

Tan les inversions en la maquinària de premsatge i filtratge com en les modificacions dels motors disposen d'una desgravació fiscal en l'impost de societats valorada en el 10%.

En quant als costos agraris propis de la producció de colza, podrien estimar-los en 625 € per ha (tal i com es pot observar de forma desglossada a l'Annexe) sumant un total de 250.000 €.

En quant als ingressos, s'han seguit els següents supòsits.

Ingressos	Per ha	Total (400 ha)
tn colza ⁴⁵	2,7	1.080
tn oli	0,891	356,4
preu oli 850 €/tn		
Ingrés oli €	757,35	302.940
tn tortell	1,81	723,6
preu tortell 180 €/tn		
Ingrés tortell €	325,6	130.248
Ingrés total. €	1.082,9	433.188

Taula 39. Resultats de la simulació dels ingressos d'oli i tortell.

⁴⁵ No s'han tingut en compte les ajudes de la PAC als cultius energètics (45 € /tn).

Totes aquestes dades es troben resumides en el següent quadre que explica els valors per cada ha.

Concepte	Total € / ha	Total €
Costos inversió unitat de premsatge	231,1	92.440
Costos operació i manteniment planta	209	83.600
Costos inversió modificació motors	1.075	430.000
Costos agràris	625	250.000
Ingrés (oli i tortell)	1.082,9	433.188

Taula 40. Síntesi dels resultats econòmics del projecte.

A continuació es realitza un anàlisi econòmic per veure la viabilitat del projecte, de dues maneres diferents: segons el preu de venda de l'oli (0,85 €/litre), o si es compara amb el preu del gasoil A (1,3 €/litre).

- Segons el preu de l'oli:

any	Inversió industrial	Modif. Motors	Desgra v fiscal	Costos agràris	Costos O. M.	Ingrés	balanç anual	Total caixa
0	-92.440	-430.000	52.244					-470.196
1				-250.000	-83.600	433.188	99.588	-370.608
2				-250.000	-83.600	433.188	99.588	-271.020
3				-250.000	-83.600	433.188	99.588	-171.432
4				-250.000	-83.600	433.188	99.588	-71.844
5				-250.000	-83.600	433.188	99.588	27.744
6				-250.000	-83.600	433.188	99.588	127.332
7				-250.000	-83.600	433.188	99.588	226.920
8				-250.000	-83.600	433.188	99.588	326.508
9				-250.000	-83.600	433.188	99.588	426.096
10				-250.000	-83.600	433.188	99.588	525.684

Taula 41. Relació d'ingressos i beneficis en el temps, segons el preu de l'oli.

Com es pot observar el període d'amortització surt a 5 anys, amb un guany anual de **casi 99.600 €**.

- En el cas que aquestes els ingressos es llegeixin com a estalvis en el gasoil A:

any	Inversió industrial	Modif. Motors	Desgra v fiscal	Costos agraris	Costos O. M.	Ingrés /estalvi	balanç anual	Total caixa
0	-92.440	-430.000	52.244					-470.196
1				-250.000	-83.600	599.711	266.111	-204.086
2				-250.000	-83.600	599.711	266.111	62.025
3				-250.000	-83.600	599.711	266.111	328.136
4				-250.000	-83.600	599.711	266.111	594.246
5				-250.000	-83.600	599.711	266.111	860.357
6				-250.000	-83.600	599.711	266.111	1.126.467
7				-250.000	-83.600	599.711	266.111	1.392.578
8				-250.000	-83.600	599.711	266.111	1.658.688
9				-250.000	-83.600	599.711	266.111	1.924.799
10				-250.000	-83.600	599.711	266.111	2.190.909

Taula 42. Relació d'ingressos i beneficis en el temps, segons el preu del gasoil.

Com es pot veure, si es comptabilitza l'estalvi que suposa en la compra de gasoil per als cooperativistes, es veu que l'amortització s'anticipa al segon any, amb un guany anual de **266.000 €**.

4.2 Estalvi d'emissions

I en quant a la comptabilitat d'estalvi d'emissions, es pot establir un senzill càlcul ja que aproximadament s'estalvien 2,8 kg de CO₂ per cada kg de gasoil substituït. (Rius,2007).

Així doncs, s'estalvien aproximadament, 850,5 tn de CO₂ cada any.

ha	tn oli	MJ	Equivalència tn gasoil	Emissions tn CO ₂
400	356,4	13.365.000	303,75	850,5

Taula 43. Emissions de CO₂ estalviades anualment amb el projecte..

4.3 Avantatges i inconvenients del projecte:

Els principals problemes que sorgeixen són:

- Posar d'acord als membres de la cooperativa.
- Aconseguir el finançament per a la inversió inicial, buscant el suport de les administracions.
- La competència d'altres plantes de premsatge.
- L'elevat preu de l'oli, que en determinades èpoques pot fer més rendible el vendre a les empreses alimentàries o a les empreses productores de biodiesel.

Però sorgeixen diferents sinèrgies positives que caldria tenir en compte:

- el fet de disposar d'una unitat de molturació fa que es disposi del tortó, molt apreciat en alimentació animal i que contraresta la disminució en la producció de cereal.
- Una disminució de la dependència del petroli del sector transport i de les variacions de preu. En el cas que el gasoil agrícola tingués un preu igual o major al de l'oli, l'explotació només dependria del preu del petroli per a pesticides i fertilitzants, però no pel cost energètic del consum de la maquinària agrícola.
- La creació de llocs de treball, comptant els de la producció agrícola, els de la unitat extractora i els serveis mecànics.
- La inversió de divises en la pròpia economia local.
- La disminució d'emissions d'efecte hivernacle i la millora de l'eficiència energètica del sistema al fer servir biocombustibles locals i de fàcil producció (OVP).
- Aprofitament dels residus agrícoles, la palla per a la producció energètica, jas animal o per mulching.



Fotografies 7 a 10 :

- Camp de colza (IDAE, 2005)
- Persona fent servir OVP com a combustible.
- Premsa 60 l/h i tortó.
- Tortó de colza (Guiu, 2006).

C5 ANÀLISI DELS RESULTATS I DISCUSSIÓ

L'objectiu d'aquest estudi és el d'estimar la viabilitat tècnica dels cultius energètics a Catalunya i quina importància podrien assolir dintre del mix energètic consumit en el sector transport per carretera.

Davant de les dades obtingudes, es plantegen diverses qüestions:

- Catalunya pot produir els biocombustibles necessaris per assolir els objectius en matèria d'energia en el transport?
- Quines conseqüències hi ha darrera d'aquests objectius?
- Quin és el millor dels biocombustibles que es poden produir a Catalunya?

5.1. Anàlisi dels objectius proposats

Per resoldre la primer qüestió procedim a valorar els resultats de les estimacions realitzades.

Per tal de poder respondre aquesta pregunta, s'han determinat diferents objectius:

- Cobrir tota la demanda de combustibles del sector transport de Catalunya
- Cobrir el 18 % de gasoil i el 5 % de benzina (PEC-2015)
- Cobrir el 10 % de tota la demanda. (UE-2020)
- Cobrir el gasoil agrícola.

-En quant a cobrir tota la demanda de combustibles del sector transport de Catalunya, s'ha pogut observar que es necessitarien 1,8 vegades el territori català o 6,6 vegades les terres de conreu i les de retirada (sempre en el cas hipotètic que tot l'espai es pogués cultivar amb girasol i blat de moro de regadiu, amb la productivitat mitja de Catalunya a l'any 2006).

Per tant, és improbable produir el 100 % amb biocombustibles procedents de les produccions agrícoles locals per cobrir el consum actual tan elevat del sector transport a Catalunya.

-En quant a cobrir els objectius del PEC-2015, que marca el 18% del gasoil i el 5 % de la benzina, caldrien el 26,9 % de les terres de Catalunya o el 98,9 % de les terres de conreu i de retirada, amb gira-sol i blat de moro, és a dir casi la totalitat.

Per tant, aquest objectiu també és improbable amb la producció local, perquè implicaria fer servir totes les terres de cultiu i de retirada només per al mercat energètic i sense tenir en compte les condicions de les diferents zones.

-En quant a cobrir el 10 % de la demanda, que és la intenció de la UE per l'any 2020, s'hauria de fer produir el 14,9 % de Catalunya o el 54,7 % de les terres de conreu i de retirada només pel sector energètic.

-En quant al gasoil agrícola, s'haurien d'ocupar el 63,4 % de les terres de conreu, en el millor dels casos, produït OVP de gira-sol. És a dir, que per alimentar la maquinària agrícola d'una explotació, es requeriria més de la meitat de les terres de conreu dedicades a la producció d'oli per al tractor. I fa pensar que és del tot insostenible econòmicament. Tot i això, caldria fer un estudi per a cada cas en particular, perquè dependria de l'ús concret de la maquinària el tipus de cultiu de l'explotació, la productivitat del terreny, etc.

Així doncs, es pot veure que la producció de biocombustibles a partir de les collites locals no pot abastir el 100 % del consum en el transport. Però sí que es podrien assolir els objectius del Pla de l'Energia de Catalunya i els de la Unió Europea, tot i que cal matisar aquesta afirmació.

En el primer cas, caldria que totes les terres de conreu i de retirada produïssin gira-sol i blat de moro de regadiu, i en el segon cas, realitzar aquestes produccions només en la meitat de la superfície. Tot basant-se en el supòsit que totes les terres siguin aptes per aquest cultiu i tinguin una productivitat igual a la mitjana actual, on es cultiven les terres més adequades i amb el règim d'irrigació adient. Per tant és segur que la productivitat real serà inferior a la mitjana i també que hi haurà zones on no es podran cultivar aquestes espècies. D'aquesta manera, realment és improbable que es pugui arribar a cobrir els objectius del PEC amb la producció màxima catalana. I en el cas de l'objectiu europeu del 10 % del consum, cosa que es podria arribar a produir amb la meitat de les terres de conreu i de retirada, també cal deduir que el càlcul teòric està

lluny de la realitat, degut al descens de productivitat en funció del clima i de la qualitat de les diferents terres de conreu.

Evidentment que es podria pensar en millorar les condicions del camp català, tot desenvolupant regadius, millorant les tècniques agrícoles, etc. per incrementar la producció al mercat energètic, però això suposaria una inversió extraordinària i crearia forts impactes econòmics, ecològics i socials. I cal recordar que Catalunya està molt lluny de la autosuficiència alimentària.

Aquests resultats es troben en sintonia amb els de l'Anàlisi del Metabolisme Energètic de Catalunya (CAD, 2007) on s'especifica que per cobrir el 12 % de la demanda energètica en el transport, es necessitaria el 131 % de les terres de conreu o el 38% de Catalunya. O pel que fa al compliment dels objectius del PEC, significaria una superfície de cultiu intensiu de regadiu de 626.761 ha (*Mònica Di Donato, et al, 2.008*). Aquesta superfície correspondria al 76,71 % de la superfície de cultiu del 2006.

Significaria per exemple incrementar la demanda de fertilitzants i pesticides del sector agrícola, cosa que farà pujar el preu d'aquests productes, alhora que també caldria incrementar les superfícies regades.

En quant a incrementar les extensions de regadiu, cal veure que realment pugui abastir els cultius inclús en períodes de sequera, ja que el requeriment dels rius i el règim de pluges mediterrani podria deixar unes cares infraestructures inutilitzables justament quan més es necessiten. A Catalunya existeix l'exemple el cas del canal de reg Segarra-Garrigues, el qual encara no compta amb una assignació d'aigua declarada oficialment. És a dir, que encara no se sap quina quantitat d'aigua pot absorbir aquesta infraestructura i si podrà abastir els camps en cas de sequera, quan es redueix el cabal del riu Segre (*Guiu, 2006*). En tot cas, quin seria el cost per hectàrea d'una infraestructura que pot no funcionar en períodes de sequera? Val la pena aquesta inversió? I quins impactes tindrà aquest increment de superfície regada sobre el balanç hidrològic de la zona? I com pot afectar el canvi climàtic en la disposició de l'aigua i en les necessitats dels cultius?.

Tot plegat indica que, tot i que l'estimació realitzada pugui sortir favorable a la realització dels objectius, realment és molt difícil que s'ajustin a la realitat.

Si s'observa el càlcul de produccions locals per a abastir una flota de vehicles, tot seguint uns paràmetres més lògics i raonables⁴⁶ (com ara la diversificació dels cultius, la no ocupació de tot el territori productiu, etc.), es podrien cobrir les necessitats del 1,5 % de la flota actual⁴⁷. Per tant, aquesta dada demostra amb una mica més d'aproximació, que la realitat – la producció del recurs de forma local - queda del tot allunyada dels objectius polítics establerts.

Llavors, es pot dir que Catalunya serà deficitària (i en gran mesura) en l'àmbit de la producció de matèria prima per al sector dels biocombustibles. (Tal i com també es desprèn del PEC, farien falta 858.000 tn de biodiesel i amb la màxima producció local de colza només es podrien arribar a produir cap a les 100.000 tn) (*Àmbit Rural, 2007*).

Aquest fet està en consonància amb les dades d'importacions de cereals i oleaginoses (i de molts dels productes agroalimentaris), ja que la major part de la producció és importada⁴⁸. A l'any 2005 es va importar gairebé cinc vegades més cereal que la producció local i cap a 100 vegades més que la producció d'oleaginoses (*Àmbit Rural, 2007*). Això denota la baixa autoproducció d'aliments i el que implica en termes de seguretat alimentària.

I si la producció més important de matèria prima no serà local, quines implicacions podrien tenir aquestes polítiques de foment dels biocombustibles?

5.2. Conseqüències del mercat dels biocombustibles.

Realment, la clau a debat actual, “*el cascabel del gato*”, està en la imposició d'una quota de biocombustibles en el sector del transport que obligui a les empreses petroleres a incorporar-los i a conseqüència es desenvolupi el sector industrial de la producció de biodiesel, bioetanol i ETBE, preferentment.

⁴⁶ Veure les Figures 37 i 38 de l'Annexe.

⁴⁷ O bé un 7,2% sempre i quan es canviï de *forma radical* el model de mobilitat i s'incrementa l'eficiència dels vehicles.

⁴⁸ Veure la Figura 11 de l'Annexe.

En crear-se un nou mercat per als productes agrícoles, però, sorgeixen tot un seguit de conseqüències que cal estudiar amb prudència i que són la raó per la qual encara no s'ha determinat una quota obligada.

Segurament, l'increment de la quota dels biocombustibles en el consum del transport significarà una major importació de productes, tant de llavors, com olis, com Biodiesel o Bioetanol, de totes les parts del món, com ja s'ha comentat.

Cal destacar en primer terme d'importància, l'arribada del biodiesel provinent dels USA que es ven a 600 €/tn i que representa una gran amenaça per a les empreses europees del sector. Existeix una forta polèmica en la política de subvencions per als biocombustibles de l'administració Bush actual. En segon lloc, també entra en joc l'oli o les llavors de soja argentina, l'increment d'exportació de la qual ha fet que el govern incrementi els impostos per a l'exportació i s'hagi produït un enorme conflicte entre els sectors agraris i el govern.

Un altre punt que comença a ser crític és l'oli de palma de Malàisia, que tot i que encara està orientat cap al sector químic (cosmètics), està causant una forta desforestació de la selva al incrementar la seva producció a causa de la demanda per a la producció energètica (*Ecologia Política, 2008*).

Tanmateix, algunes empreses comencen a buscar terres de cultiu al paísos de l'est d'Europa, sobretot pel cultiu de cereals per a la producció de bioetanol.

D'aquesta manera, una altra conseqüència de que la producció es faci fora del país és una pèrdua en l'eficiència del sistema, en termes de retorn energètic i d'estalvi d'emissions, que disminueix a causa del transport del combustible a grans distàncies.

Tot plegat fa que la nostra economia continuï depenent d'un producte exterior: abans, el petroli i ara també, en menor proporció, de les produccions agràries pel sector energètic. D'aquesta manera, la variabilitat del preu del petroli encara jugarà un paper molt important en l'economia mundial, però a més a més, existirà una petita proporció que dependrà de factors climàtics i que influirà en els mercats alimentaris cada vegada amb més força. Cal destacar que precisament el gran avantatge de les energies renovables radica en l'aprofitament dels recursos locals i cadenes energètiques molt curtes.

La competència entre el mercat energètic i el mercat alimentari, que tindrà una conseqüència molt important en els països més pobres, es pot donar tant pel que fa a les produccions (competència directa) com pel que fa a l'ocupació de terres de cultiu o a la pujada dels preus d'aliments secundaris (competència indirecta). La competència directa és la primera que surt a la llum, com ja s'ha vist, però progressivament anirà adquirint importància la competència indirecta.

Aquests successos de competència directe, tot i que puntuals, es donen dintre d'un marc global desfavorable de males collites de la campanya actual (Ucraïna, Austràlia), increment del consum dels països asiàtics i d'especulació en els mercats internacionals, el resultat dels quals ha estat una forta pujada dels preus dels aliments i conflictes socials (Mèxic, Haití, Argentina, Bangladesh, Indonèsia, ...).

Una última consideració és la de l'efecte sumat de les demandes de biocombustibles de cada estat a nivell mundial. És a dir, si USA no pot ser autosuficient per cobrir la seva demanda de biocombustibles (per produir el 20 % de la benzina en 10 anys) i firma convenis amb Brasil, Suècia també és importadora, Catalunya serà importadora, etc., això implica una demanda cada vegada major pels cultius que es puguin produir a d'altres zones del món. D'aquesta manera, els preus de les produccions energètiques s'aniran incrementant i faran el mercat molt més atractiu que el mercat alimentari. És a dir que, si es generalitza l'aposta pels biocombustibles, es crearà un efecte d'increments de preus per la competència dintre del mercat dels mateixos biocombustibles, perquè no hi ha suficient producció per al mercat energètic. A més a més, això comportarà que més producció alimentària es converteixi en matèria prima del sector energètic.

5.2.1. La indústria catalana.

La indústria catalana que ha obert el mercat dels biocombustibles es basa en la major part en el **reciclatge d'oli usat** de cuina per a la producció de biodiesel, com és el cas de l'empresa Stocks del Vallès, que va ser una de les pioneres. Aquesta característica ha fet que els costos de la matèria prima siguin molt baixos i poc afectats per la variabilitat del preu del petroli i les empreses han suportat bé la baixada de rendibilitat de les noves plantes en construcció al país.

En el futur, tot fa pensar que s'incrementaran els sistemes de recollida i gestió de l'oli usat com a primer recurs per a la producció de biodiesel. Aquesta tasca la portaran a terme en bona part les empreses ja instaurades en el sector dels residus.

Per altra banda, comença a crear-se un clúster d'empreses a la zona industrial de Tarragona, connectada al port, per a la producció de biodiesel, bioetanol i ETBE. El fet que estigui ben comunicada amb el port indica que aquesta serà la gran entrada de matèria prima i que aquesta provindrà de fora de les nostres fronteres.

És curiós que des del Pla de l'energia de Catalunya s'intenti incentivar abans els ETBE que no pas els bioetanols, que són més econòmics. Això s'explica perquè el ETBE és un additiu de les benzines que ja es produeix, tot i que no provingui de cultius energètics, i que és de fàcil implementació per part de la indústria. A la vegada els vehicles no haurien de patir cap modificació. Per tant, la indústria petrolera i la indústria de l'automòbil no es veurien afectades.

En el cas de la resta d'empreses espanyoles, que es dediquen sobretot a la producció de bioetanol, aquestes depenen directament del preu del cereal i volen lligar al pagès amb un contracte de llarga durada i a preu fix, cosa que el sector agrícola no accepta, de moment.

El cas espanyol és força peculiar ja que la seva major producció és de cereal, la major producció de biocombustibles es centre en el bioetanol. Però com que el parc automobilístic és sobretot diesel, existeix un excedent de benzina i per tant les empreses petroleres no els interessa la introducció del bioetanol com a substitutiu. A més **no existeix cap quota obligatòria**. Per tant, tot el bioetanol actualment és exportat a d'altres països com ara Suècia. I a la mateixa vegada, s'importa biodiesel de França o Alemanya, tot baixant el rendiment energètic i ecològic del procés.

Així doncs, el sector va néixer sense que existissin encara quotes d'obligat compliment, ni un anàlisi de viabilitat econòmica, social i ambiental. Els únics factors limitants van ser (i són) el preu de la matèria prima i el del combustible convencional. Quan han pujat els costos de la matèria prima, degut a l'increment de preus en el sector alimentari, o quan s'han introduït produccions estrangeres més econòmiques, això ha deixat en parada tècnica a moltes empreses (les que no es basaven en el reciclatge d'oli de cuina usat).

Malgrat aquests esdeveniments, actualment hi ha projectes industrials per complir amb els objectius del Pla de l'Energia, que primerament importaran la matèria prima d'altres països.

Ara mateix cal veure si l'estratègia de les empreses és la de produir per a d'altres mercats més rendibles (a països amb quotes obligades), o la producció de l'additiu ETBE, o es manté aquesta situació de parada, a l'espera de que baixin els preus dels productes agrícoles o a l'assignació de quotes que produeixin la demanda necessària per activar el sector.

També s'investiga en nous produccions (com ara d'algues) o en els sistemes per produir etanol a partir de residus sòlids urbans.

5.2.2. L'agricultura de Catalunya.

Un productor cerealista o de colza de Catalunya mira en cada moment en quin mercat l'interessa vendre. No vol lligar-se per contracte a cap empresa de cap àmbit. La presa de decisions depèn del preu per al sector dels biocombustibles, per al sector de l'alimentació i el preu de les importacions de cadascun dels mercats. Llavors, en aquest sentit, la opció legítima de l'agricultor pot suposar molta incertesa per a les empreses productores de biocombustibles.

A d'altres països com USA, però, els contractes de compra-venta de produccions per al mercat energètic són força comuns.

Com que no hi ha cap objectiu per aquestes empreses del sector dels combustibles, únicament estan en disposició d'adquirir produccions agrícoles en funció del preu del petroli. Quan s'incrementa el preu del petroli, la rendibilitat dels biocombustibles s'incrementa i per tant creix la demanda de produccions agrícoles pel mercat energètic i puja el seu preu⁴⁹.

Tanmateix, com el petroli puja, els costos dels empresaris agrícoles (gasol i fertilitzants) també pugen i és possible que al final els marges siguin els mateixos.

⁴⁹ Veure la Figura 12 de l'Annexe.

Però al mateix temps, si el petroli puja, la producció pel mercat alimentari també s'incrementa de preu, sense tenir en compte l'efecte de competència dels biocombustibles.

Per tant, no és possible certificar, a priori, quin serà el mercat on aniran destinades les produccions. Això sí, com que la demanda total per a la producció agrària creix, els preus també creixeran. I com que es preveu que pugi el preu de l'energia, el preu dels aliments també pujaran.

En aquest sentit podria ser rendible econòmicament dedicar-hi més terres a la producció. La primera opció serien les terres en guaret, que podrien entrar en joc dintre d'un procés de rotacions, com és el cas de la colza i els cereals, per tal de no esgotar la terra. Amb aquesta estratègia també s'incrementarien les produccions de cereals de la següent campanya. I la segona opció seria la recuperació de terres en retirada, que podrien tornar a produir i que en el cas de Catalunya ocuparien el doble de l'extensió dels guarets, tot i tenir menys productivitat.

Així doncs, la producció agrària local destinada als biocombustibles és una possibilitat més en la diversificació de les produccions de les explotacions agrícoles catalanes, però no serà cap panacea del sector. En tot cas podria donar més estabilitat als agricultors. De totes maneres cal veure si tindrà un impacte positiu en la creació de nous llocs de treball o en la ocupació de terres abandonades i quins impactes ambientals.

Aquests canvis cal entendre'ls dintre de l'evolució del sector agroramader que viu un canvi "generacional" on s'està impulsant la modernització de la maquinària (tractors més potents i amb més prestacions) i de les tècniques de conreu (agricultura de precisió, sembra directa, etc), l'increment de superfície per explotació, la creació d'empreses de serveis, disminució de la població activa del sector, envelliment dels propietaris, etc.

El principal problema de l'agricultura és el preu fixat pel mercat, on la competència amb els productes forans que es continuaran important a baix cost, degut a una mà d'obra barata i a un preu d'energia en el transport molt baix, marcarà el preu. I si s'incrementa la demanda, la producció local competirà igualment amb el preu de les importacions.

Tanmateix es podria determinar que una part dels biocombustibles que es consumeix sigui produït per l'agricultura del país, cosa que afavoriria a l'agricultura local i perjudicaria econòmicament a les empreses del sector.

En quant al preu dels aliments, segons l'escenari global, continuaran a l'alça, tant per la pujada del petroli, com per la competència amb els biocombustibles en el cas que el mercat sigui significatiu, sense tenir en compte d'altres factors més conjunturals (especulació, males collites, etc.)

Per totes aquestes conseqüències, es fa molt difícil assignar quotes de mercat obligatòries que és el que demanden les empreses per poder desenvolupar el sector dels biocombustibles. Però *“¿Quién le pone el cascabel al gato?”*

En el cas de Catalunya, el Pla de l'Energia va fixar unes quotes-objectiu, però no són d'obligat compliment i es resta a l'expectativa de les decisions del govern central. Per la Generalitat, el treball per desenvolupar els biocombustibles ja està realitzat, al haver-hi sobre la taula projectes industrials amb la capacitat de producció superior als objectius del PEC, tot i que la producció de la matèria prima provingui de l'exterior.

I per acabar, si s'observen les implicacions ambientals de l'increment de producció agrícola que es planteja, a tall d'exemple, es necessitarien 1.238,2 litres d'aigua per cada kg de blat de moro o 1.128,7 litres per cada kg de gira-sol. I pel que fa referència als fertilitzants i pesticides, 40 kg de producte per cada tona de blat de moro o 150 kg per cada tona de gira-sol (*Di Donato, 2008*). Aquests exemples denoten la dificultat d'impulsar el sector, en tenir conseqüències perilloses tan per altres mercats com per a la contaminació i eutrofització de les aigües superficials.

5.3. El millor biocombustible.

En quant a dir quin és el biocombustible i quin és el millor cultiu, aquests dependran sobretot de **la productivitat de cada cultiu a la zona determinada** d'estudi. En el cas teòric de tota Catalunya, s'ha fet servir la mitja, però val a dir que existeixen zones amb més productivitats que d'altres, segons quin tipus de cultiu.

D'aquesta manera, a la zona de Girona i semifrescals, el cultiu òptim seria el gira-sol, mentre que a la zona de regadiu de Lleida serien la colza i el blat de moro, i a les zones semiàrides, el cereal.

En segon terme, cal pensar en **el preu de la producció al mercat alimentari**. En aquest cas, el preu de l'oli de gira-sol (1.500 €/tn) queda fora de les possibilitats de la indústria dels biocombustibles i prefereixen d'altres produccions: sobretot oli colza (950-850 €/tn), però també de soja importada (800-980 €/tn).

En tercer terme val a dir que **la qualitat dels biocombustibles** queda definida per la qualitat de l'oli (en el cas de l'OVP i el biodiesel) o del "mosto" (en el cas del bioetanol). Així doncs, l'oli de millor qualitat l'obtindríem a partir de la producció de colza. En el cas d'Alemanya, la colza és el cultiu que més es fa servir per a substituir el gasoil. I quan es va introduir el biodiesel a França, el tema de la qualitat va portar molts problemes perquè es barrejava l'oli de colza amb d'altres d'inferior qualitat.

En quart lloc, caldria parlar de la **comparació entre OVP i Biodiesel**, per exemple.

Si s'estudia l'energia continguda, en el cas del gira-sol, la soja o el card, és preferible fer servir OVP que Biodiesel, degut a l'estequiometria de la reacció de transesterificació. En canvi, s'obté una mica més d'energia del Biodiesel de colza que del mateix oli, degut al diferent poder calorífic (40 MJ/kg del Biodiesel per 37,5 MJ/kg d'oli).

Però si s'estudia la **taxa de retorn energètic**, és a dir la proporció entre els inputs energètics del procés amb l'energia aconseguida amb el combustible, es demostra que els OVP tenen una millor relació (en el cas del OVP de colza, 4.68 i el Biodiesel de colza, 3.16).

En el cas dels substitutius de la benzina, els bioetanols tenen millor taxa de retorn que no pas els ETBE (en el cas del blat 2.05 i 1.02 respectivament).

Aquest fet és degut a que quan més directe és el procés, menys inputs d'energia necessita i per tant s'obté més energia per cada unitat aportada.

Aquestes dades d'eficiència del sistema es poden comparar amb els de la benzina (0.917) i el gasoil (0.873) que resulten "del tot ineficients" sobretot per culpa del transport més que pel procés de refinament del petroli. Tot i això, aquests tenen més

poder calorífic que els biocombustibles (en el cas del biodiesel, un 8 %; i en el cas del bioetanol, fins un 30 %, però dependrà de la relació de compressió del motor).

En quant als costos de producció, els més econòmics són els OVP, seguits d'aprop pels biodiesels. Els bioetanols estarien per la meitat de la taula dels biocombustibles i els ETBE serien els més cars. I cal recordar que el PEC potencia els ETBE.

En cinquè lloc, el tema de **la utilització en els vehicles**, també queda clar que la majoria dels vehicles poden fer servir OVP (vehicles diesel) o Bioetanol (vehicles de benzina) fins a una concentració màxima que ronda el 20 %. Però per poder circular amb el 100 % de concentració cal fer modificacions al motor o que aquest ja estigui adaptat per als diferents combustibles (motor "*Flexifuel*"). En el cas dels biodiesels, no cal fer cap modificació en els vehicles actuals.

En quant a nivells de **contaminació dels vehicles**, es donen diferents resultats. Per exemple, en el cas del biodiesel s'incrementen un 10 % les emissions de òxids de nitrogen (NOx) , però es redueix un 37 % les emissions de partícules i un 76 % les de compostos orgànics volàtils en relació amb el gasoil. Tanmateix, quan més alta sigui la concentració de biocombustibles en una barreja, més disminució de contaminació.

Així que el millor biocombustible dependrà de la zona agroclimàtica de referència, la competència amb el preu alimentari (que marca els costos), el preu del petroli (que marcarà el preu de venda dels biocombustibles), el combustible a substituir, la distància de la cadena de producció i consum; i l'adaptació dels motors i les emissions de la combustió.

Per acabar, un altre fet rellevant és el de l'impuls polític dels biocombustibles sobre altres fonts d'energia renovable. Cal recordar que el Pla de l'Energia de Catalunya els hi confereix un pes del 28,7 % de les energies renovables en el 2015, tot determinant unes quotes de mercat pels biocombustibles que no són d'obligat compliment per a les empreses, per manca de competència o per interessos polítics.

I pel que fa referència a la importància dels biocombustibles, existeixen d'altres fonts energètiques que produeixen més energia en el mateix espai. Si comparem amb la tecnologia fotovoltaica, aquesta produeix 52,6 tep per ha i any, mentre que els biocombustibles no arriben a 1,9 tep (en el cas del blat de moro de regadiu o 1,2 tep en el cas del OVP de gira-sol).

Si es potenciés l'energia solar fotovoltaica, que és l'energia renovable de més cost actualment, es podria cobrir tot el consum final d'energia de Catalunya (i no només del transport) amb un quadrat de 53,2 x 53,2 km que correspondria al 8,8 % del territori català.

I si s'observa la relació de costos, es pot observar que el cost per unitat energètica és el doble en fotovoltaica que en OVP o biodiesel de colza (1,711 € contra 860 i 924 €, respectivament). D'aquesta manera es demostra que el factor limitant és l'econòmic.

5.4. Biocombustibles de segona generació.

Durant aquest estudi no s'ha tractat el tema dels biocombustibles de segona generació, aquells produïts a partir de subproductes com ara la palla, els residus, etc. Però semblava interessant fer algun comentari al respecte.

A priori tot fa pensar que aquests productes tindran un costos més elevats i una taxa de retorn energètic més baixa, si els comparem amb els "agro-combustibles", a causa de la seva cadena de producció sobretot. I encara tampoc està clar la quantitat de combustibles que podrien substituir a un cost raonable.

Per tant, tot i que cal continuar investigant en aquest àmbit, la seva importància radica més en el fet d'aprofitar residus d'altres processos que no pas en les possibilitats de quota de consum en el transport.

A més a més, potser seria més interessant aplicar tecnologies que es troben més desenvolupades com ara la producció de biogas i vehicles adaptats, per exemple, o també centrals elèctriques de cogeneració amb biomassa o centrals solar termoelèctrica i vehicles elèctrics, cèl·lules de combustible, etc.

El que queda clar és que no hi hauria d'haver una única font energètica sinó diverses, aprofitant al màxim tots els recursos locals disponibles i creant un sistema amb més estabilitat.

5.5. Els biocombustibles a escala local

En quant a la producció de biocombustibles a petita escala, cal veure que la seva rendibilitat sí que és positiva i els períodes d'amortització són curts: menys de 5 anys en comparació amb el preu de la venda d'oli i menys de 2 en comparació amb el preu del gasoil A, no subvencionat.

El fet és que no hi ha prou experiència al nostre país i que serà molt difícil convèncer a les explotacions agrícoles. I més tenint en compte que la producció pel mercat alimentari dóna una rendibilitat més alta sense fer les inversions en maquinària ni les modificacions dels vehicles. Per tant aquest és el punt crític i les subvencions

europnees per a les produccions energètiques són insuficients per contrarestar aquesta diferència de preus entre els dos mercats.

A més a més, per a que el projecte sigui competitiu, cal disposar de tota la cadena de producció de biocombustible. En el cas de l'OVP la cadena és la més curta possible.

Així doncs, aquest projecte caldria plantejar-ho dintre d'una diversificació de la renda agrícola i com a foment de les energies renovables locals. D'aquesta manera disminuiria la dependència del sector del preu del petroli en el que fa referència a un dels costos més elevats, el de maquinària, però encara en dependria pel que fa a fertilitzants i pesticides. I també es disminuirien les emissions contaminants.

Per una altra banda, en el desenvolupament del procés es donen unes sinergies positives que no es poden menysprear, com ara la creació de llocs de treball (tant pel que fa a la part agrícola, com la de l'extracció d'oli i el servei mecànic dels vehicles), la producció d'aliment animal d'alta qualitat proteica (el tortó), una disminució de la dependència del preu del petroli, i el fet que les divises es queden a la comarca.

5.6. El model de mobilitat

Tot i que aquest estudi no radica en l'anàlisi del model de mobilitat, sorprèn trobar que la ratio de persones per vehicle és de 1,5 i que el consum d'energia per càpita és de 0,7196 tep⁵⁰ (8.328,7 kWh).

Aquestes dades remarquen quelcom obvi per a la majoria dels mortals: existeix una gran quantitat de vehicles, inclús hi ha zones saturades, i la despesa en transport és una de les més elevades (38,7 % del consum d'energia final).

Davant d'aquesta situació és significatiu de veure que la nostra economia depèn en gran mesura dels fluxes de materials que permet aquest consum d'energia. Tal i com demostra A. Lovins⁵¹, qualsevol producte pot recórrer una quantitat molt important de kilòmetres en tota la cadena de producció i consum, degut a que les empreses es

⁵⁰ A Catalunya a l'any 2.006.

⁵¹ Lovins, 1997.

regeixen per criteris econòmics (buscant el lloc on més baixos siguin els costos de producció) i no en criteris energètics (buscant la màxima eficiència del sistema).

Aquest fet demostra **un desequilibri entre economia i energia** que trenca la lògica i el sentit comú, pel sol fet que fins ara es disposava d'una energia barata que no era el factor més important en els balanços de les empreses.

Per tant, el parlar dels biocombustibles és parlar d'una solució del tipus *end-pipe solution*⁵², que no aporta una quota significativa en el mix energètic que permeti pensar en l'autosuficiència, amb un esforç molt important, en un sistema que hauria de sotmetre's a un procés d'anàlisi més profund⁵³.

Com es pot reduir el nostre consum energètic en el sector transport? Quins són els canvis que cal incorporar als vehicles perquè siguin més eficients? Quins canvis són obligats en la planificació territorial i urbanística, el sistema d'infraestructures de transport públic i privat, el model laboral, el model de lleure (d'oci), etc? Quins paràmetres han de canviar en el sistema econòmic per introduir un preu més alt de l'energia i una reducció del consum i increment de l'eficiència?

⁵² End-pipe solution: solució que no ataca les causes d'un problema sinó que minimitza les conseqüències.

⁵³ Es preveu que després de l'estiu surti una llei catalana sobre mobilitat que redueixi el consum del sector transport en un 5 %.

C6 CONCLUSIONS

Tal i com s'ha vist en aquest estudi, els biocombustibles significaran l'aposta més important en energies renovables a Catalunya.

El mercat local està paralitzat pel preu de les produccions agrícoles i pel fet que no hi ha una quota obligatòria de biocombustibles per a les empreses petroleres.

Aquests biocombustibles segurament no seran produïts en gran mesura en el país ja que requereixen grans extensions de cultius. En el cas català, no hi ha cap novetat, ja que hi ha una importació neta molt significativa de productes agraris.

En quant a grau de cobertura, fins i tot amb un càlcul senzill, es pot veure que la pretensió del Pla de l'Energia de Catalunya significaria dedicar totes les terres de producció al mercat energètic, considerant les millor espècies i amb els rendiments mitjans per a tota Catalunya, la qual cosa queda bastant lluny de la realitat. Una simulació més aproximada estima en que amb un ús racional de les produccions agrícoles es pot arribar a cobrir prop de l'1,5 % de l'energia necessària.

Els objectius polítics fomentarien el biodiesel i el ETBE (additiu de la benzina), cosa que evidencia que les polítiques estan dirigides no cap a l'agricultura sinó cap als interessos de les empreses petroleres i constructores d'automòbils.

Igualment les pretensions de la Unió Europea són massa altes per a poder-se cobrir amb els cultius locals de forma raonable.

Per tant, la major part de la producció vindrà de l'exterior cosa que farà disminuir la taxa de retorn energètic (eficiència) dels biocombustibles i l'estalvi en emissions de contaminants que suposen. De la mateixa manera, no suposen una disminució de la dependència energètica de l'exterior, i fins i tot implica que els preus dependran de factors com la climatologia.

Tot i altres temes conjunturals, els biocombustibles suposen una diversificació de les rendes agràries i un increment de preu dels seus productes cosa que farà incrementar el preu en el mercat alimentari tant de cereals com de carn, ous, llet, i productes

substitutius. Inclús ja han esclatat conflictes socials a escala mundial per l'alça dels preus.

En primer terme es produeix una competència directa dels dos mercats per la producció agrícola, però progressivament la competència serà per les terres de conreu.

A més a més, un previsible increment del preu de l'energia incrementa els costos agraris que repercutiran també en una pujada en el preu del aliments.

I es pot produir un efecte multiplicador important, ja que no existeix cap cas de país ric que pugui cobrir la seva quota de biocombustibles amb la producció agrícola pròpia. En el cas més significatiu, els USA, ni amb tota la producció de blat de moro del país es podria cobrir l'objectiu del 20 % del consum de benzina. Per tant s'incrementarà la demanda mundial de producció per a biocombustibles i es produirà un increment de preu dels biocombustibles i dels productes alimentaris.

Tanmateix, si pugen els preus alimentaris, això repercutirà en menys producció destinada als biocombustibles i a un increment del seu preu.

Per totes aquestes consideracions, encara no s'han establert quotes de mercat per als biocombustibles i amb això no es crea una demanda que desenvolupi el sector industrial. Actualment les empreses operatives es basen en el reciclatge d'oli i excedents vinícoles o en la venda de producte a mercats estrangers. Així és que, en el cas català, no hi ha prou producció ni mercat estable.

A petita escala, però, sí que és una bona opció, per tancar el cicle local, ja que els llocs de treball, els diners, els biocombustibles i els subproductes es queden a l'àmbit local. S'incrementa l'eficiència del sistema.

En resum, els biocombustibles són una bona opció sempre que siguin locals i que no suposin un desequilibri en el mercat alimentari. És una bona idea redirigir excedents agrícoles per a la producció energètica, però no per a una reducció prou significativa del consum del transport, degut a que és un consum molt gran. És doncs en aquest consum on cal aplicar els esforços: cal doncs canviar el model de transport i mobilitat. I això és un símptoma del desequilibri entre economia i energia.

D'aquesta manera, a mig i llarg termini es planteja un increment del preu dels combustibles en general (biocombustibles i derivats del petroli), un increment en el preu dels aliments, i canvis importants en el model de mobilitat.

Bibliografia

Llibres, informes i estudis:

- ÀMBIT RURAL. *Avaluació de la potencialitat de nous cultius energètics a Catalunya*. Informe encarregat per l'ICAEN, 2007.
- APPA. *Biocarburantes y desarrollo sostenible. Mitos y realidades*. APPA Sept. 2007.
- BROWN, L et al. *L'Estat del món*. Worlwatch Institute, 1997.
- CIEMAT. Análisis del ciclo de vida de combustibles alternativos para el transporte. Fase I i Fase II. Ministerio de Medio Ambiente, 2006.
- COMISSIÓ EUROPEA. Biofuels barometer. Euroobserver, may 2007.
- DI DONATO, et al, *Crítica y perspectivas de los agro(bi)combustibles: el caso de Catalunya en el contexto espanyol*. Dossier CIP-Ecosocial año 1, nº1 FUHEM (2008).
- EUROPEAN COMMISSION. Well-to-Wheels análisis of future automotive fuels and powertrains in the European context WELL-TO-TANK Report Version 2c, March 2007.
- GARCIA, GARCIA. *Biocarburantes líquidos: biodiesel y bioetanol. Informe de vigilancia tecnológica*. CEIM, 2006.
- GIL et al. Viabilitat tècnica i econòmica del cànem industrial als secans frescals i semifrescals de Catalunya. Desembre 2006.
- IDAE. *Ahorro de combustible en el tractor agrícola*, 2005.
- IDAE, *Manuales de Energía Renovable*, 2007.
- IDAE, *Guía de vehículos turismo de venta en España con indicación de consumo y emisiones de CO2*. Madrid, 2008 (8 edición)
- ICAEN. *Pla de l'Energia de Catalunya, 2006-2015*.

- JARC. *Informe tècnic, Conreus energètics a les comarques de Lleida (2007)*

- LESTER R. BROWN, *Plan B 3.0: Mobilizing to Save Civilization*
New York: W.W. Norton & Company, 2008.

- LOVINS A, et al. *Factor 4. Duplicar el bienestar con la mitad de los recursos naturales*. Galaxia Gutemberg, 1997.

- MENENDEZ, E. *Las Energías Renovables. Un enfoque político-ecológico*. La Catarata, 1997.

- MERKEL, J *Simplicidad Radical*. Fundació Terra, 2005.

- ORTEGA M. *Energías Renovables*. Paraninfo, 2000.

- PASQUALINO. *Cynara Cardunculus as an alternative crop for biodiesel production*. Tesis presentada a la Universitat Rovira I Virgili, 2007.

- STERN, *INFORME STERN: La Economía del Cambio Climático*. Ministeri d'Economia Govern del Regne Unit 2007.

- VVAA. *Revista Ecologia Política. Agrocombustibles. Otro enfoque al debate sobre los biocombustibles*. Icaria Editorial nº 34, 2008.

- WAKKER A, et al. *Biofuel and bioenergy implementation scenarios. Final report of VIEWLS WP5*, ECN Policy Studies, 2005.

Ponències en jornades:

- Àlex Muñoz “Sistemes de gestió de biomassa forestal per a l’aprofitament energètic.”
Jornada tècnica “Xarxes de calor amb biomassa, Centre de la Propietat Forestal, Juliol 2004.
- Antoni Rius, “Estalvi, eficiència i energies renovables: Maquinària i biocombustibles”,
ECA Tàrraga, desembre 2007.
- Carles Milla. “Possibilitats de les produccions agrícoles per a fins energètics”.
Figueres, Març 2007.
- Gaiadea. “Els agrocombustibles” jornades d’estalvi i eficiència enrgètica, novembre 2007, ECA Amposta.
- Ricard Guiu. “L’Oli Vegetal Pur” jornades d’Energia Sostenible, ADENC, desembre 2006. Terrassa.
- III Jornades catalanes del biodiesel (Bellaterra, Juny, 2008)
 - Bionet Europa. “La situación actual del biodiesel a nivel español”.
 - APPA. “Mitos y realidades de los biocombustibles”
 - CIEMAT “Análisis del ciclo de vida de los biocombustibles”

Pàgines web:

Agència Internacional de l’Energia

www.iea.org

Asociación de productores de Energías Renovables

www.appa.es

Biodiesel spain.

http://www.biodieselspain.com/plantas_listado.php

Centre de la Propietat Forestal

<http://mediambient.gencat.net/cat/cpf>

CNE: Comisión Nacional de Energía

<http://www.cne.es>

Departament de Medi Ambient i Habitatge

www.mediambient.gencat.net

Departament d'Agricultura, Alimentació i Acció Rural

Programa de Desarrollo Rural de Catalunya 2007 - 2013

<http://www20.gencat.cat/portal/site/DAR>

Ethanol RFA.

L.O. Licht (<http://www.ethanolrfa.org/industry/statistics/#E>)

FENALCE: federación Nacional de Cultivadores de Cereales y Leguminosas

www.fenalce.org

Grup Paisatge.net (Rebrot i Sapre)

www.paisatge.net

Info Agro

www.infoagro.com

Institut Català d'Energia:

www.icaen.net

Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía

www.idae.es

Institut d'Estadística Català (Idescat)

www.idescat.net

Instituto Nacional de Seguridad e higiene en el trabajo

www.mtas.insht.es

IRTA (Institut de Recerca i Tecnologia Alimentària)

<http://www.irta.es/cat/que/xarxes/varietats/principal.html>

Inventari Ecològic i Forestal de Catalunya

www.creaf.uab.es/iefc

Mapa de cobertes del sol de Catalunya

www.creaf.uab.es/mcsc

Movimiento de los trabajadores sin tierra (MST)

www.mst.org.br

Rural Cat

www.ruralcat.net

Articles de diaris i revistes.

El Periódico, 19/4/2008.

El País, 16/7/2008.

Biocarburantes Magazine, nº 7 setembre de 2007.

Annexes